



**Программное обеспечение «Сигма ПБ»
для решения задач пожарной безопасности**

Кирик Екатерина Сергеевна

ИВМ СО РАН, ООО «3к-эксперт», info@3ksigma.ru

- выполнение расчетов

* распространения опасных факторов пожара и

* эвакуации

из *многоэтажных* зданий, сооружений и пожарных отсеков различных классов функциональной пожарной опасности;

- определение вероятности эвакуации из здания;

-- определение расчетной величины пожарного риска



- система дымоудаления и подпора воздуха,
- доводчики (устройства для самозакрывания дверей),
- системы оповещения и управления эвакуацией СОУЭ (поэтапная эвакуация),
- воспользоваться результатами расчетов для настройки СОУЭ,
- объемно-планировочное решение.

Применение вариативного моделирования позволяет изучить влияние различных объемно-планировочных решений на исход эвакуации при пожаре ->

найти оптимальный вариант по цене и качеству.

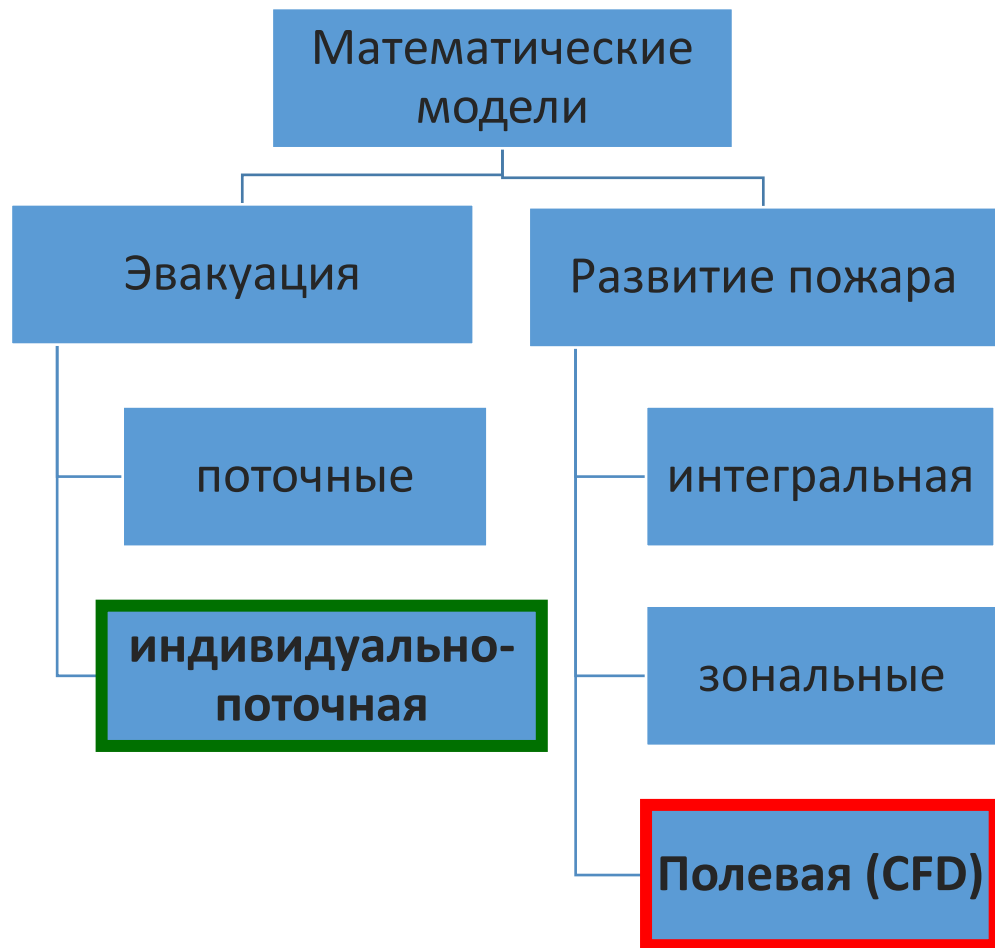


1. Построитель 3D модели здания
(+подложка, +импорт модели здания из Revit)
(расчетные области для моделирования пожара и эвакуации)
2. Редактор сценариев пожара
3. Редактор сценариев эвакуации
4. Модуль, реализующий расчет развития пожара
(полевая модель)
5. Модуль, реализующий расчет эвакуации людей
(индивидуально-поточная модель)
6. Модуль 3D-визуализации, анализа, определения времен эвакуации и блокирования путей эвакуации, вероятности эвакуации, формирования отчетов
7. Модуль определения расчетной величины пожарного риска (Ф1.1, Ф1.3, Ф1.4 и для остальных)



- единая программная среда с единым полем информационных ресурсов и форматом данных для решения задач расчета движения людей и распространения ОФП;
- собственный построитель объектов (с возможностью импортировать модель здания из Revit);
- собственные расчетные модули;
- 3D-визуализация эвакуации и распространения ОФП в трехмерной виртуальной среде объекта;
- **автоматическое формирование и сохранение (в файлы) отчетов о начальных данных (сценарий пожара, геом. характеристики путей эвакуации, начальное расположение людей) и результатах расчета (времена эвакуации и блокирования участков, вероятность эвакуации), схемы эвакуации**

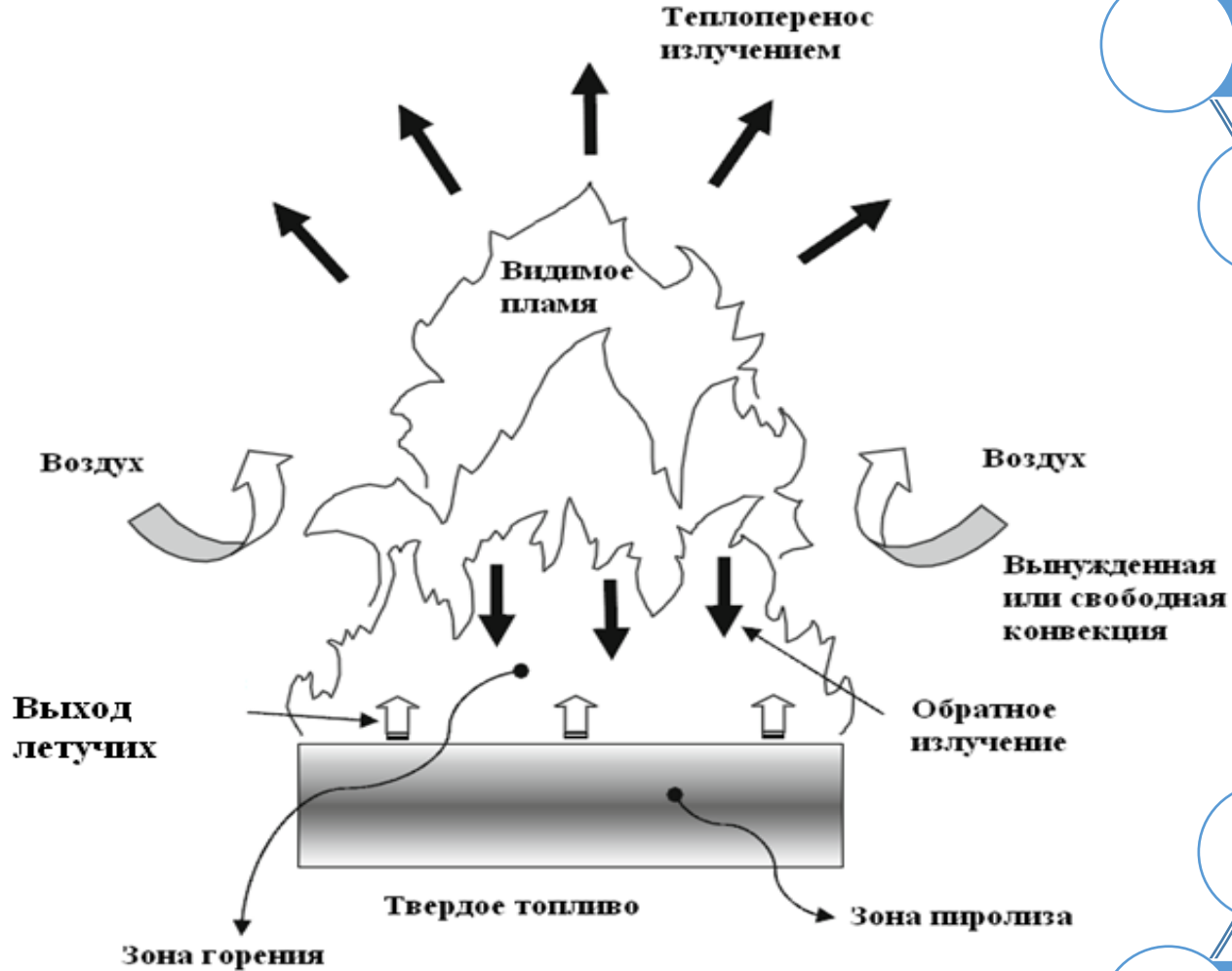




Полевые модели позволяют проводить расчеты пожара на объекте **любой геометрической формы и этажности** с учетом основных физико-химических процессов, достаточно точно учитывая условия протекания пожара.

Индивидуально-поточные модели позволяют описывать движение каждого **отдельного человека** с учетом взаимодействия с окружением, задавать **индивидуально параметры** людям.

ПОЛЕВАЯ МОДЕЛЬ РАЗВИТИЯ ПОЖАРА моделируемые физико-химические процессы



ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ СТАЦИОНАРНЫЕ И НЕСТАЦИОНАРНЫЕ ТУРБУЛЕНТНЫЕ ТЕЧЕНИЯ

ПРОЦЕССЫ СМЕШЕНИЯ И ДИФфуЗИИ НЕОДНОРОДНЫХ ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ

КОНВЕКТИВНЫЙ, РАДИАЦИОННЫЙ ТЕПЛООБМЕН, ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ

ДВИЖЕНИЕ ДИСПЕРСНОЙ ФАЗЫ (ТВЕРДЫЕ ЧАСТИЦЫ, КАПЛИ) В ПОТОКЕ ГАЗА

ГОРЕНИЕ ГОРЮЧИХ ГАЗОВ;

ИСПАРЕНИЕ И ГОРЕНИЯ ЖИДКОГО ГОРЮЧЕГО;

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ПОЖАРА (МЕТОДИКА)

Класс **индивидуально-поточных моделей** - моделируется движение каждого отдельного человека с учетом препятствий и наличия других участников движения.

Индивидуально задаются характеристики:

- группа мобильности,
- площадь проекции человека,
- скорость движения человека,
- время начала эвакуации,
- расположение в начальный момент времени,
- путь эвакуации

Учет изменения видимости (например, по причине задымления).

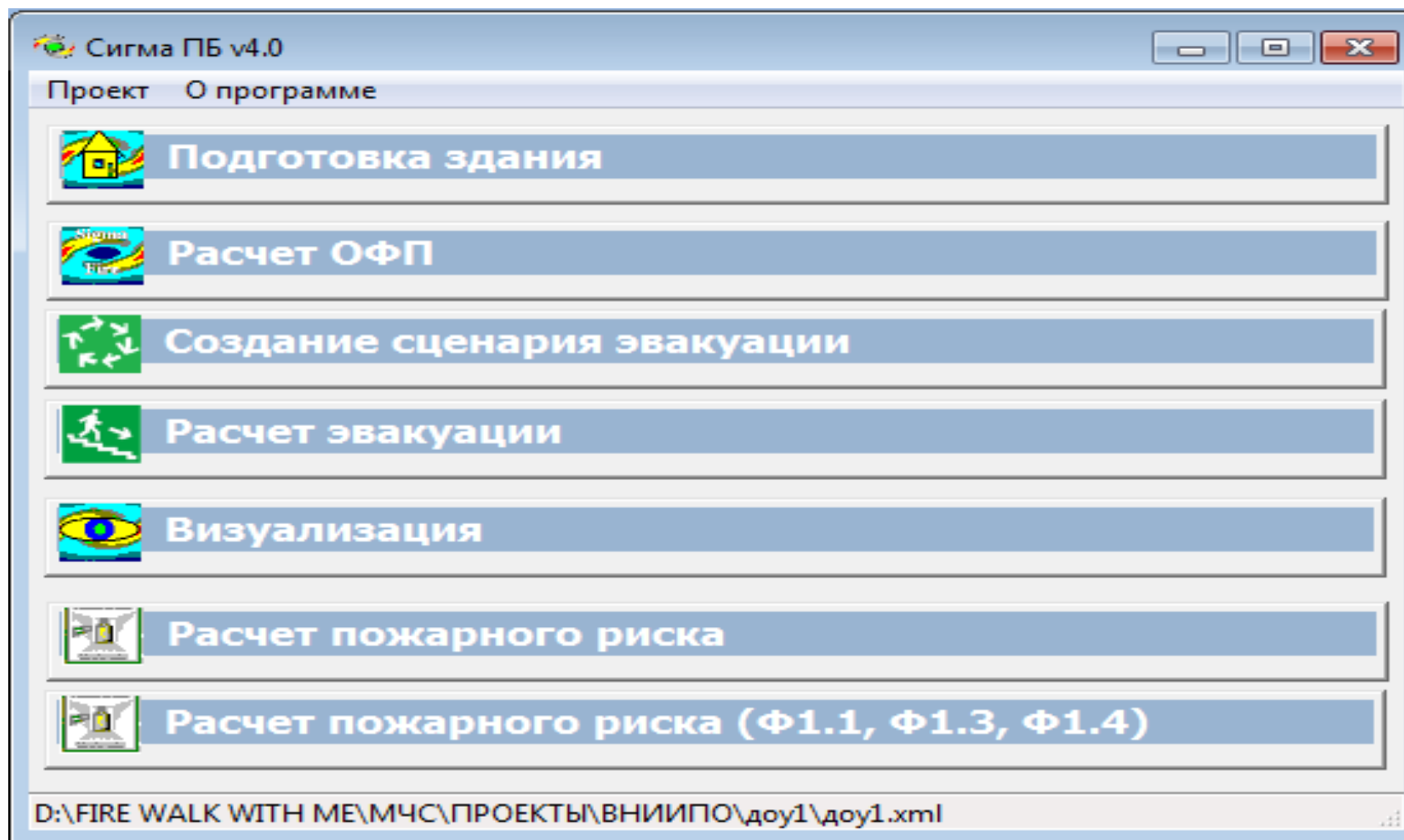
Учет (изменение) информированности людей о планировке здания.

Назначение ролей (событийное моделирование).



Этапы	Расчет распространения ОФП		Расчет эвакуации	
	действия	модуль	действия	модуль
1.	Построение каркаса здания (Подготовка здания, РП п. 4.4)			
2.	Задание расчетной области и создание расчетной сетки	Подготовка здания (РП п.4.5)	Создание расчетной области	Подготовка здания (РП п.4.6)
3.	Создание сценария пожара (ввод начальных данных)	Расчет ОФП -> Параметры задачи (РП п. 5.2)	Создание сценария эвакуации (ввод начальных данных)	Создание сценария эвакуации (РП п. 6)
			Формирование отчетов о начальных данных (геометрические характеристики путей эвакуации, расстановка людей)	Создание сценария эвакуации (РП п. 6.3.10)
4.	Выполнение расчета распространения ОФП	Расчет ОФП -> Расчет (РП п. 5.3)	Выполнение расчета эвакуации	Расчет эвакуации (РП п. 7)
	Формирование полей ОФП	Расчет ОФП -> Конвертация (РП п. 5.4)		
5.	3D-визуализация расчетов (Визуализация, РП п. 8.1-8.3)			
6.	Расчет вероятности эвакуации, формирование отчета о результатах расчета и начальных данных для расчета ОФП (Визуализация, РП п. 8.4)			
7.	Определение расчетной величины пожарного риска (Расчет пожарного риска, РП п. 10, Расчет пожарного риска Ф1.1, Ф1.3, Ф1.4, РП п. 11)			





ПОСТРОЕНИЯ КАРКАСА И РАСЧЕТНЫХ ОБЛАСТЕЙ

(расчетные области для моделирования пожара и эвакуации)

The screenshot displays the GridEdit_Building v4.0 software interface. The main window shows a 3D wireframe model of a building with a grid overlay. Several panels are open:

- Лестница (Staircase):** Shows settings for the active floor (-1, Этаж1, Z=0). Parameters include: Высота площадок (3), Ширина площадок (1.5), Высота этажа (3.3), Этажей (2), and Перила (0.1). There are checkboxes for Прямоугольная, Отразить, and Проверка наложения, along with buttons for Определить and Удалить.
- Сетка (Grid):** Shows a list of blocks (1-20) and their properties. The 'Ячейки' (Cells) column shows values like 12, 10, and 78. There are buttons for Выделить, Построить сетку, and Контакты. A 'Разбить с шагом' (Divide with step) parameter is set to 0.2000. A checkbox for 'Исключаемый' (Excluded) is present.
- Здание (Building):** Shows a list of building elements. The 'Лестница' (Staircase) section is expanded, showing options for Лестница_лев, Лестница_прав, and Лестница_центр. A table at the bottom right shows properties for the selected element.

Имя	Этаж1
Тип	0
ID	5
Сместить по X	0
Сместить по Y	0
Сместить по Z	0
Сместить ID	0
Номер	1
Рисунок(подложка)	<input checked="" type="checkbox"/>
Точка привязки	0 0 0
Угол	0
Имя рисунка(подложки)	C:\Katrin\Crowd Dynamics\Kirik\Cl...

Линий 2784 Точек 2260 Граней 786 Объемов 131 Ребер



МОДУЛИ ЗАДАНИЯ СЦЕНАРИЯ ПОЖАРА И ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТА

Параметры задачи

+ Add X Del Copy

- Параметры задачи
 - Граничные условия
 - двери
 - список окон
 - список потоков
 - выходы/входы
 - Сценарий пожара
 - Геометрия ПН
 - Свойства ПН**
 - нестационарность

Свойства ПН	
Линейная скорость распространения пламени [м/с]	0.0108
Удельная скорость выгорания [кг/(м ² *с)]	0.0145
площадная плотность [кг/м ²]	10
Низшая рабочая теплота сгорания, [МДж/кг]	16.7
Удельное выделение CO ₂ , кг/кг	0.879
Удельное выделение CO, кг/кг	0.0626
Удельное потребление O ₂ , кг/кг	2.56
Удельное выделение HCl, кг/кг	0
Удельное дымовыделение, Нп*м ² /кг	60.6

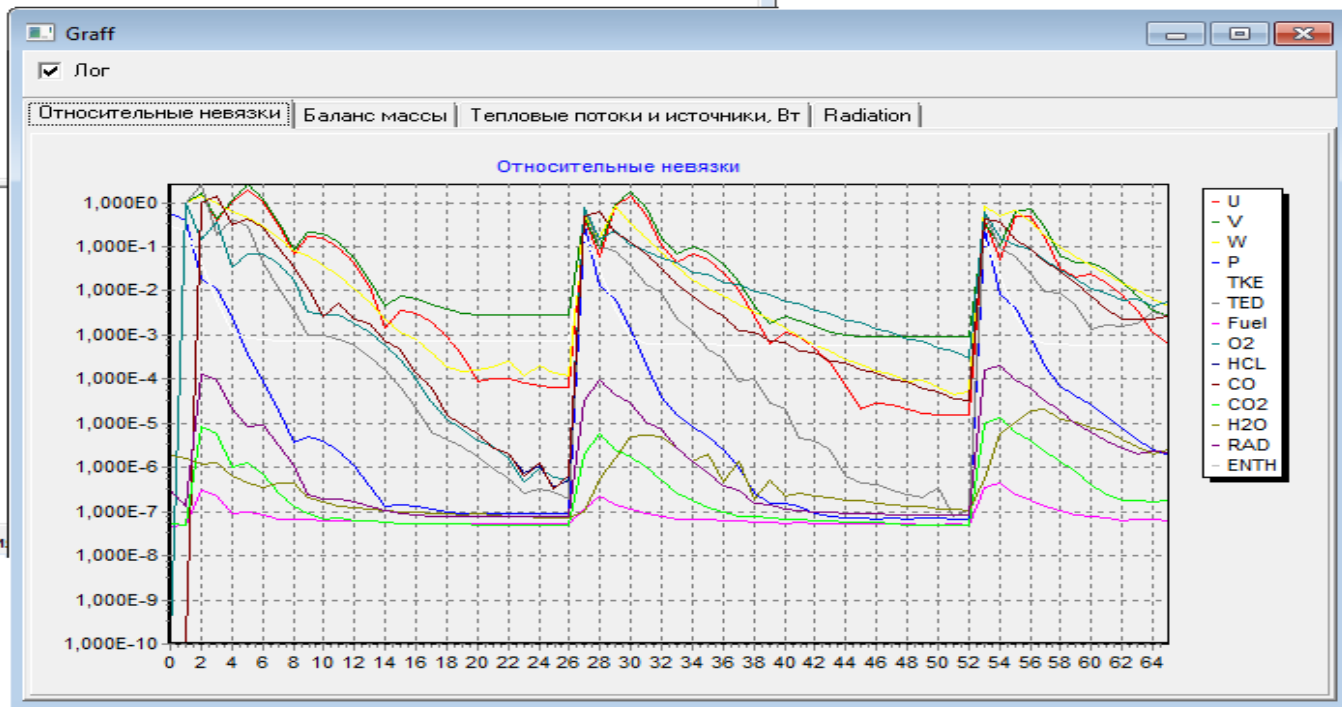
ROOT\FIRE\PROPS\

SigmaFire.exe 1.apr

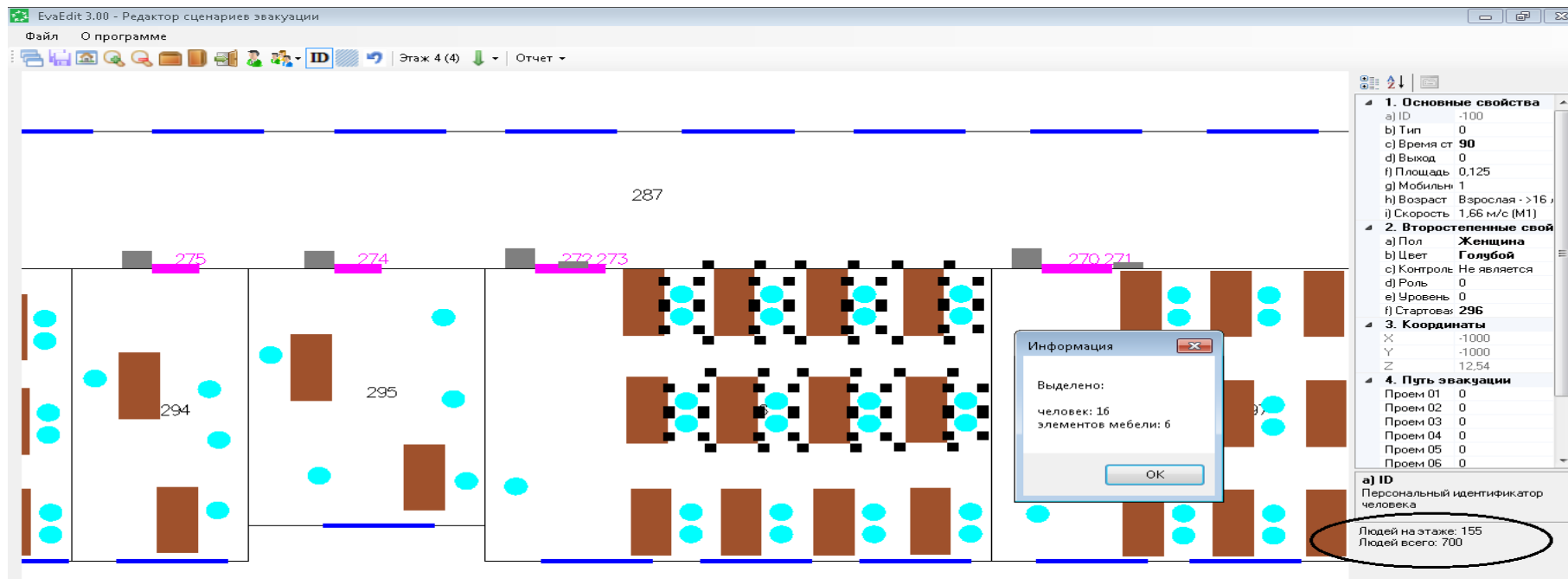
----- SigmaFire 2.0 -----
Инициализация расчета
ALLOC=21615984 (LOCAL)
Расчетная сетка: количество блоков= 6 количество ячеек= 37440
calculation is performing

Старт расчета
ALLOC=193296 (LOCAL)
ALLOC=193296 (LOCAL)
ALLOC=193296 (LOCAL)
ALLOC=193296 (LOCAL)
ALLOC=193296 (LOCAL)
ALLOC=193296 (LOCAL)
ALLOC=193296 (LOCAL)
Текущее время = 1.000000 сек.
Текущее время = 2.000000 сек.
Текущее время = 3.000000 сек.

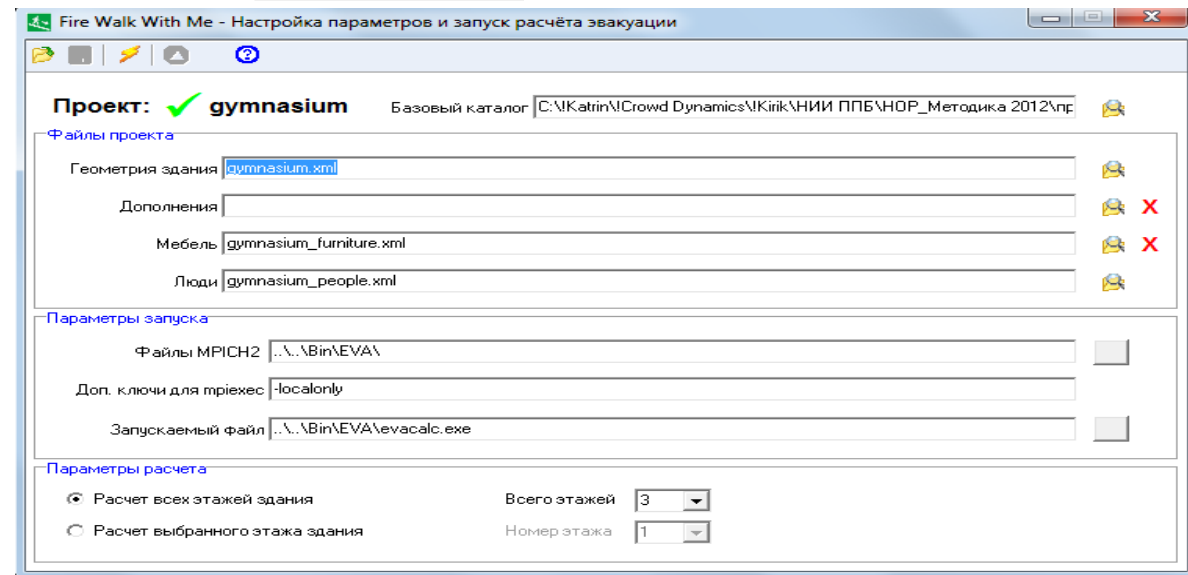
итерация 13 | прошло 41 с | одна итерация

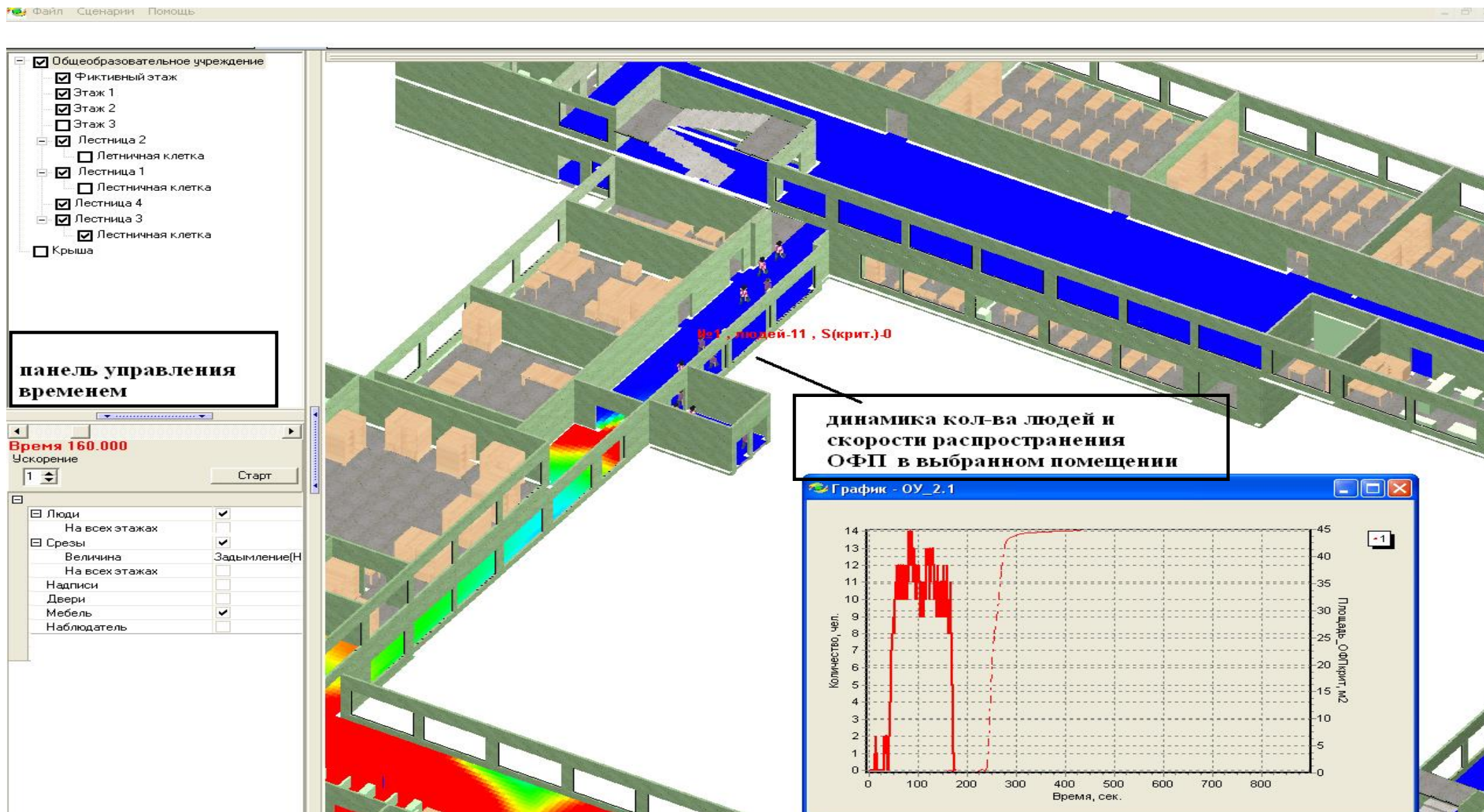


МОДУЛИ ЗАДАНИЯ СЦЕНАРИЯ ЭВАКУАЦИИ И РАСЧЕТА



- расстановка препятствий (мебели);
- расстановка людей и задание характеристик: группа мобильности, скорость свободного движения, возраст, площадь проекции, время начала эвакуации, путь эвакуации (эвакуационный выход)





Из п.12 (Методика): «Время блокирования путей эвакуации $t_{бл}$ вычисляется путем расчета времени достижения ОФП предельно допустимых значений на эвакуационных путях в различные моменты времени.»

Из п.18 (Методика): «Вероятность эвакуации людей определяется по формуле (3) на основе сопоставления значений времени эвакуации людей и времени блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара.»

Из п. 9 (Методика):

$$P_{э} = \begin{cases} 0,999 \cdot \frac{0,8 \cdot t_{бл} - t_p}{t_{нэ}}, & \text{если } t_p < 0,8 \cdot t_{бл} < t_p + t_{нэ} \text{ и } t_{ск} \leq 6 \text{ мин} \\ 0,999, & \text{если } t_p + t_{нэ} \leq 0,8 \cdot t_{бл} \text{ и } t_{ск} \leq 6 \text{ мин} \\ 0,000, & \text{если } t_p \geq 0,8 \cdot t_{бл} \text{ или } t_{ск} > 6 \text{ мин} \end{cases} \quad (3)$$



ФОРМИРОВАНИЕ ОТЧЕТА: Вероятность эвакуации

Номер элемента здания ①	Имя элемента здания	Количество человек в начальном момент времени	Время начала эвакуации ($t_{\text{не}}^i$), сек	Длительность эвакуации ($t_{\text{раз}}^i$), сек	Время окончания эвакуации ($t_{\text{раз}}^i + t_{\text{не}}^i$), сек	Время блокирования ($t_{\text{бл}}^i$), сек	Блокирующий ОФП	Время скопления, $t_{\text{ск.}}^i$ сек	$P_{\text{э}}^i$, если $t_{\text{раз}}^i \geq 0.8^* t_{\text{бл}}^i$	$P_{\text{э}}^i$, если $t_{\text{раз}}^i + t_{\text{не}}^i \geq 0.8^* t_{\text{бл}}^i$	$P_{\text{э}}^i$, если $t_{\text{раз}}^i + t_{\text{не}}^i \leq 0.8^* t_{\text{бл}}^i$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<ИМЯ ЭТАЖА>											
...
Вероятность эвакуации из здания $P_{\text{э}}$											



ФОРМИРОВАНИЕ ОТЧЕТА по результатам расчета

Отчет о результатах расчета(testvniipo.xml)

Экспорт Надписи в 3D

Отчет о результатах расчета(testvniipo.xml)

Номер элемента здания	Имя элемента здания	Количество человек в начальный момент времени	Время начала эвакуации (t _{нэ}), сек	Длительность эвакуации (t _{рэв}), сек	Время окончания эвакуации (t _{рэв} + t _{нэ}), сек	Время блокирования (t _{бл}), сек	Блокирующий ОФП	Время скопления, tick, сек	P _э , если t _{рэв} ≥ 0.8*t _{бл}	P _э , если t _{рэв} + t _{нэ} ≥ 0.8*t _{бл} ≥ t _{рэв}	P _э , если t _{рэв} + t _{нэ} ≤ 0.8*t _{бл}
Этаж 1											
114	уч 17	4	120.25	4.75	125	125	Задымление (Нп/м)			0.791	
115	уч 18	4	120.25	5.25	125.5	135	Задымление (Нп/м)			0.854	
116	уч 19	4	120.25	5.25	125.5	140	Задымление (Нп/м)			0.887	
117	уч 20	4	120.25	4.5	124.75	145	Задымление (Нп/м)			0.926	
106	уч 13	4	120.25	4.75	125	80	Задымление (Нп/м)			0.492	
107	уч 14	4	120.25	4.25	124.5	110	Задымление (Нп/м)			0.696	
108	уч 15	4	120.25	5	125.25	105	Задымление (Нп/м)			0.656	



- пожарная нагрузка (номер помещения, в котором находится очаг пожара; координаты центра очага пожара; площадь ПН; площадь помещения; площадная плотность; характеристики ПН);
- системы вынужденного притока воздуха и дымоудаления (для каждой единицы указываются: номер помещения, координаты центра области, площадь области, \pm расход);
- открытые проемы из здания, включая системы естественного дымоудаления (для каждой единицы указываются: номер помещения, координаты центра области, площадь области);
- температура воздуха внутри здания в начальный момент времени;
- температура окружающей среды.



Данные по сценарию пожара (проект доу1.xml)

Экспорт

Данные по сценарию пожара (проект Контрольный проект\доу1.xml)

Номер помещения, в котором находится очаг пожара 69
 Координаты центра очага пожара, м 32 11 0
 Площадь ПН СПН, м2 8.29179
 Площадь помещения СПомещения, м2 12.638
 Площадная плотность, кг/м2 10

Характеристики ПН:

Наименование	Единицы измерения	Значение
Низшая теплота сгорания	МДж/кг	14
Линейная скорость пламени, / Плотность ГЖ	м/с кг/м3	0.0042
Удельная скорость выгорания	кг/м2/с	0.0129
Дымообразующая способность	Нп м2/кг	53
Потребление кислорода (O2)	кг/кг	1.161
Выделение углекислого газа (CO2)	кг/кг	0.642
Выделение угарного (CO) газа	кг/кг	0.0317
Выделение газа хлористого водорода (HCl)	кг/кг	0

Системы вынужденного притока воздуха и дымоудаления:

Номер помещения	Координаты центра области			Площадь	Расход, кг/сек	Температура
56	22.69	12.16	2.4	0.36	6	20
618	11.34	28.85	1	2.6	-6	-10

Открытые проемы из здания (включая системы естественного дымоудаления):

Номер помещения	Координаты центра области			Площадь области, м2	Температура
70	34.44	15.3	1	2	20
69	34.44	13.1	1	2	20
71	31.9	17.91	1	2	20
81	20.89	29.78	1	2.6	20
636	29.54	15.4	1	2.6	20
789	34.44	8.7	1	2.6	20
72	0	12.2	1	4	-20

Температура воздуха внутри здания в начальный момент времени 20

Примечание. Положительное значение расхода означает, что газы удаляются из здания, отрицательное – воздух поступает в здание.



Из п.2. Приложения 5 (Методика):

«Принципы составления расчетной схемы эвакуации.

Расчетная схема эвакуации представляет собой отдельно выполненную, или возможно нанесенную на план здания схему, на которой отражены:

количество людей на начальных участках – источниках (проходы между рабочими местами, оборудованием, рядами кресел и т. п.);

направление их движения (маршруты);

геометрические параметры участков пути (длина, ширина) и виды участков пути.»



ФОРМИРОВАНИЕ ОТЧЕТА: данные о геометрических характеристиках путей эвакуации

срсny_report_Corridors

Файл

ID коридора	Имя коридора	Площадь, м2: Размеры, м х м (ID блока)	Высота: Hmin; Hmax, м	ID проемов, входящих в коридор
	Этаж 3			
246	Коридор 3 эт.	200: 11 x 3,1(211); 29,9 x 3,1(212); 23,5 x 3,1(210)	3,7; 3,7	203, 204, 205, 206, 201, 202, 208, 209, 196, 197, 198
	Этаж 1			
30	Коридор 1 эт.	169: 23,5 x 3,1(6); 30,9 x 3,1(7)	3,7; 3,7	52, 54, 55, 77, 79, 82, 114, 85, 108, 111, 640, 86
51	Тамбур 1-14	19: 6,8 x 2,8	3,7; 3,7	97
	Этаж 2			
165	Коридор 2 эт.	204: 23,5 x 3,1(140); 29,9 x 3,1(141); 12,3 x 3,1(142)	3,7; 3,7	138, 139, 134, 135, 17

срсny_report_Stairways

Файл

ID элемента лестницы	Имя элемента лестницы	Размеры, м х м	Угол наклона марша, град.
	Лестница_центр		
	Этаж 3		
342	Площадка	1,4 x 3,6	
343	Площадка	1,4 x 3,6	
346	Марш	1,7 x 4,6	24,42
349	Марш	1,7 x 4,6	24,42
350	Площадка	1,4 x 3,6	
355	Марш	1,23 x 1,8	24,09
356	Площадка	3 x 1,8	
	Этаж 1		
342	Площадка	1,4 x 3,6	
355	Марш	1,23 x 1,8	24,09
356	Площадка	3 x 1,8	
	Этаж 2		
343	Площадка	1,4 x 3,6	

testvniipo_report_Doors

Файл

ID проема	Имя проема	Ширина , высота проема, м х м
	Этаж 1	
174	Левый выход в тамбур 1 этаж	1,2 x 2
177	Левый выход из здания 1этаж	1,2 x 2
180	Правый выход из здания 1этаж	1,2 x 2
184	Правый выход в тамбур 1 этаж	1,2 x 2
190	Выход с левой ЛК в коридор 1 эт	0,8 x 2
191	Выход с правой ЛК в коридор 1 эт	0,8 x 2
192	Эв выход левый	0,8 x 2
193	Эв выход правый	0,8 x 2
194	Проём уч 1	0,85 x 2
195	Проём уч 2	0,85 x 2



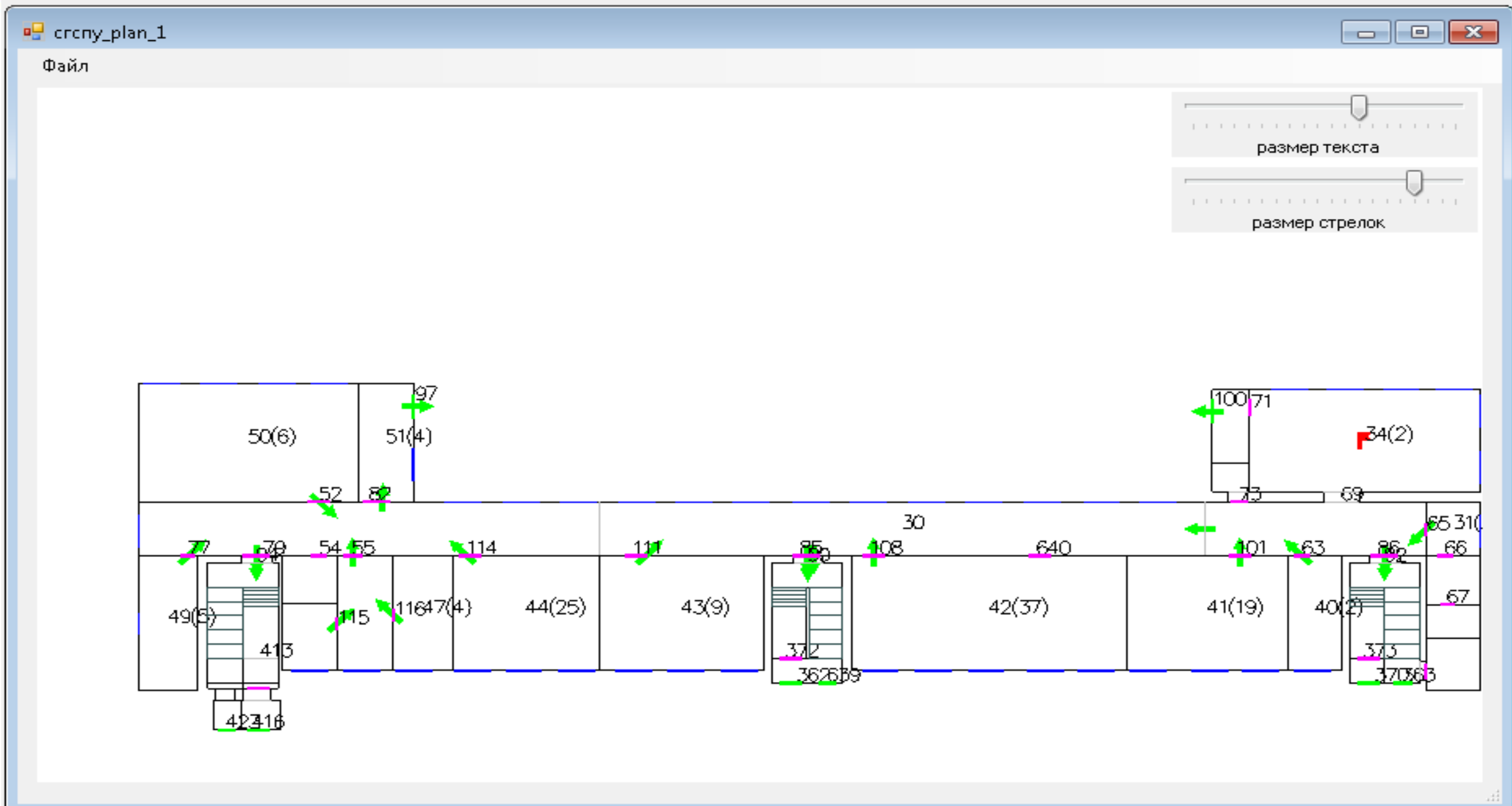
ФОРМИРОВАНИЕ ОТЧЕТА: данные о начальном расположении людей

сгспу_report_Rooms

Файл

ID помещения	Имя помещения	Количество человек в начальный момент времени	Время начала эвакуации	Площадь проекции человека, м2	Скорость свободного движения, м/с	Геометрические параметры помещения: S, м2; Hmin; Hmax, м	ID проемов в помещении
		Этаж 1					
31	комендант 1-04	2 (2 М1)	90 (2)	0,125 (2)	1,66 (2)	21,84; 3,7; 3,7	65, 66, 67
34	Буфет (очаг)	2 (2 М1)	20 (2)	0,125 (2)	1,66 (2)	78,18; 3,7; 3,7	71, 98, 99
40	каф.2-05	2 (2 М1)	90 (2)	0,125 (2)	1,66 (2)	17,82; 3,7; 3,7	63
41	ауд.1-06	19 (19 М1)	90 (19)	0,125 (19)	1,66 (19)	54,78; 3,7; 3,7	101, 102
42	ауд.1-07	37 (37 М1)	90 (37)	0,125 (37)	1,66 (37)	92,4; 3,7; 3,7	106, 107, 641, 642
43	препод.гард.2-08	9 (9 М1)	90 (9)	0,125 (9)	1,66 (9)	55,44; 3,7; 3,7	109, 110
44	ауд.1-09	25 (17 М1, 8 М2)	90 (25)	0,125 (25)	1,66 (17); 0,5 (8)	49,5; 3,7; 3,7	112, 113
47	каф.2-10	4 (4 М1)	90 (4)	0,125 (4)	1,66 (4)	49,86; 3,7; 3,7	115, 116, 55
49	с\у 1-12	5 (5 М1)	90 (5)	0,125 (5)	1,66 (5)	23,1; 3,7; 3,7	77
50	гардероб 1-13	6 (6 М1)	90 (6)	0,125 (6)	1,66 (6)	76,16; 3,7; 3,7	52
51	Тамбур 1-14	4 (4 М1)	90 (4)	0,125 (4)	1,66 (4)	19,04; 3,7; 3,7	80, 81, 95, 96
	Всего на этаже	115					
		Этаж 2					
166	каф.2-01	11 (11 М1)	90 (11)	0,125 (11)	1,66 (11)	21,08; 3,7; 3,7	138
167	ауд.2-02	32 (32 М1)	90 (32)	0,125 (32)	1,66 (32)	74,12; 3,7; 3,7	136, 137
168	Туалет	6 (6 М1)	90 (6)	0,125 (6)	1,66 (6)	23,1; 3,7; 3,7	139
169	ауд.2-09	26 (26 М1)	90 (26)	0,125 (26)	1,66 (26)	54,78; 3,7; 3,7	179, 178
170	Библиотека 2-08	54 (54 М1)	90 (54)	0,125 (54)	1,66 (54)	107,58; 3,7; 3,7	133, 132, 134, 135
171	ауд.2-07	26 (26 М1)	90 (26)	0,125 (26)	1,66 (26)	55,44; 3,7; 3,7	129, 129

ФОРМИРОВАНИЕ ОТЧЕТА: схема эвакуации



1. Разнородный контингент по индивидуальным характеристикам (площадь проекции и скорость)

The screenshot displays the EvaEdit 3.00 software interface, titled "EvaEdit 3.00 - Редактор сценариев эвакуации". The main window shows a floor plan with various rooms and corridors. Cyan dots represent individuals, and pink lines indicate evacuation routes. A central staircase is visible. The right-hand side features a properties panel with the following sections:

- 1. Основные свойства**
 - а) ID: 20
 - б) Тип: 0
 - в) Время ста: **90**
 - г) Выход: 0
 - д) Площадь п: 0,125
 - е) Мобильнос: **немоб**
 - ж) Возраст: Взрослая - >16 г
 - з) **Скорость с: ий пациент**
- 2. Второстепенные свойс**
 - а) Пол: Мужчина
 - б) Цвет: **Красный**
 - в) Контроль: Не является
 - г) Роль: 0
 - д) Уровень п: 0
 - е) Стартовая i: **532**
- 3. Координаты**
 - X: -1,69
 - Y: 7,41
 - Z: 13,2
- 4. Путь эвакуации**
 - Проём 01: 0
 - Проём 02: 0
 - Проём 03: 0
 - Проём 04: 0
 - Проём 05: 0
 - Проём 06: 0

At the bottom of the properties panel, it states: "i) Скорость свободного" and "Определяет скорость свободного движения". Below this, it shows: "Людей на этаже: 68" and "Людей всего: 451".

2.

15. Вероятность эвакуации $P_{э,i}$ из зданий класса функциональной пожарной опасности Ф1.1, Ф1.3, Ф1.4 рассчитывают по формуле:

$$P_{э,i} = \frac{N_{\Sigma,i} - N_{неэв,i}}{N_{\Sigma,i}} \cdot 0,999, \quad (7)$$

где $N_{\Sigma,i}$ - общее количество людей, эвакуирующихся в рассматриваемом сценарии;

$N_{неэв,i}$ - количество не эвакуировавшихся людей. Определяется путем суммирования по всем участкам путей эвакуации людей, не успевших покинуть указанный участок до его блокирования опасными факторами пожара (для которых $t_p + t_{нэ} > 0,8 \cdot t_{бл}$), и людей, попавших в скопление продолжительностью более 6 мин ($t_{ск} > 6$ мин);

t_p - расчетное время эвакуации людей, мин (определяется в соответствии с пунктом 10);

$t_{нэ}$ - время начала эвакуации (интервал времени от возникновения пожара до начала эвакуации людей), мин (определяется в соответствии с пунктом 11);

$t_{бл}$ - время от начала пожара до блокирования эвакуационных путей в результате распространения на них ОФП, имеющих предельно допустимые для людей значения (время блокирования путей эвакуации), мин (определяется в



1. Отслеживание людей в КАЖДОМ помещении по ходу их следования.
2. Слежение за тем, чтобы только один раз человек был учтен в статистике при подсчете неэвакуировавшихся.
3. Расчетная область для моделирования распространения ОФП включает коридоры этажей и лестничные клетки.



Отчет о результатах расчета (проект м.чс.xml)

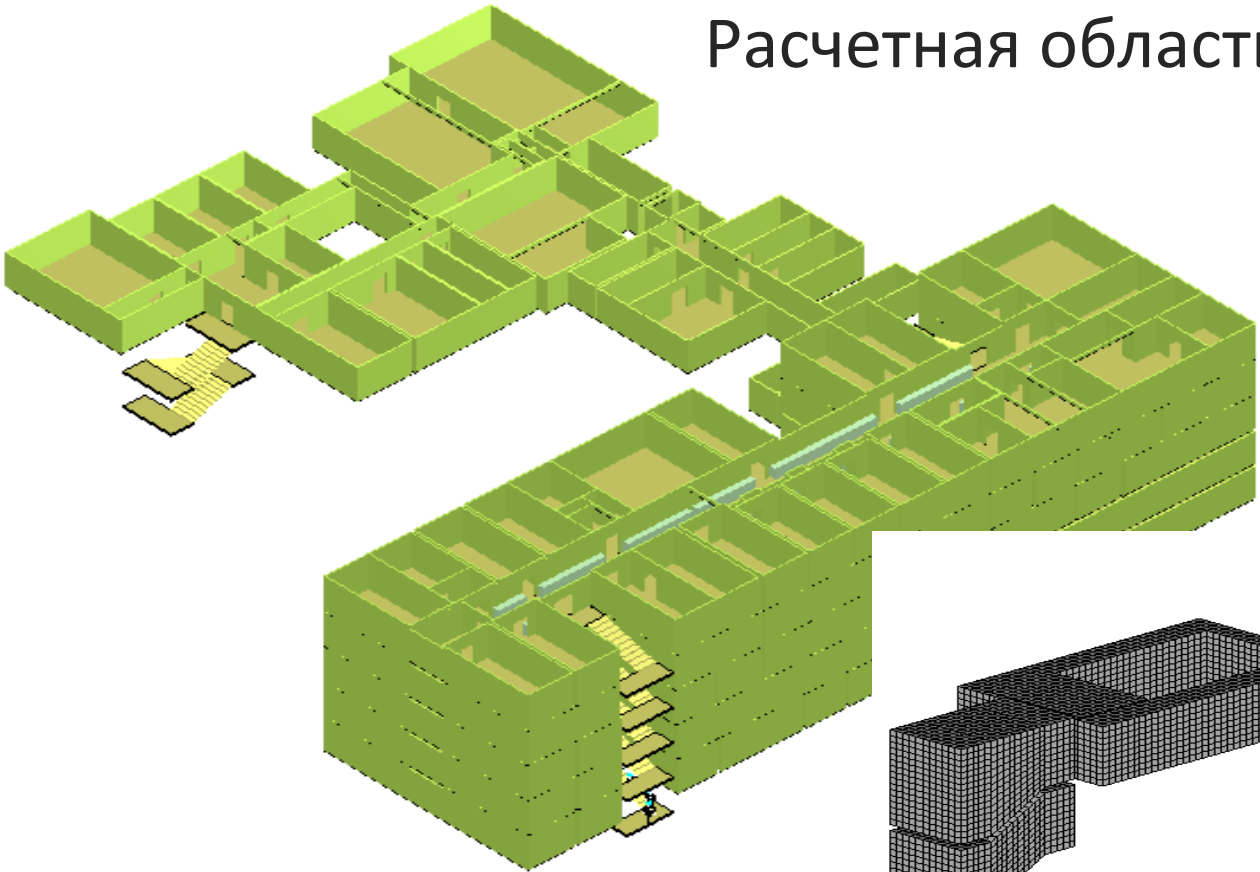
Приложение 7

Номер элемента здания	Имя элемента здания	Количество человек в начальный момент времени	Время блокирования (t _{бл}), сек	Блокирующий ОФП	Время скопления, tick, сек	N _{незв}
552	Помещение	2	345	Задымление(Нп/м)		
571	Помещение	1	765			
568	Помещение	6	765			
569	Помещение	1	340	Задымление(Нп/м)		
566	Помещение	3	270	Задымление(Нп/м)		3
565	Помещение	1	250	Задымление(Нп/м)		5
574	Помещение	3	765			
575	Помещение	1	765			
551	Помещение	5	765			
573	Помещение	1	765			
553	Помещение	1	235	Задымление(Нп/м)		15
550	Помещение	7	765			
577	Помещение	1	765			
578	Помещение	4	330	Задымление(Нп/м)		
583	Помещение	3	360	Задымление(Нп/м)		
556	Помещение	3	765			
555	Помещение	1	325	Задымление(Нп/м)		
580	Помещение	1	765			
557	Помещение	1	335	Задымление(Нп/м)		
558	Помещение	3	765			
581	Помещение	3	335	Задымление(Нп/м)		
582	Помещение	4	765			
554	Помещение	3	345	Задымление(Нп/м)		

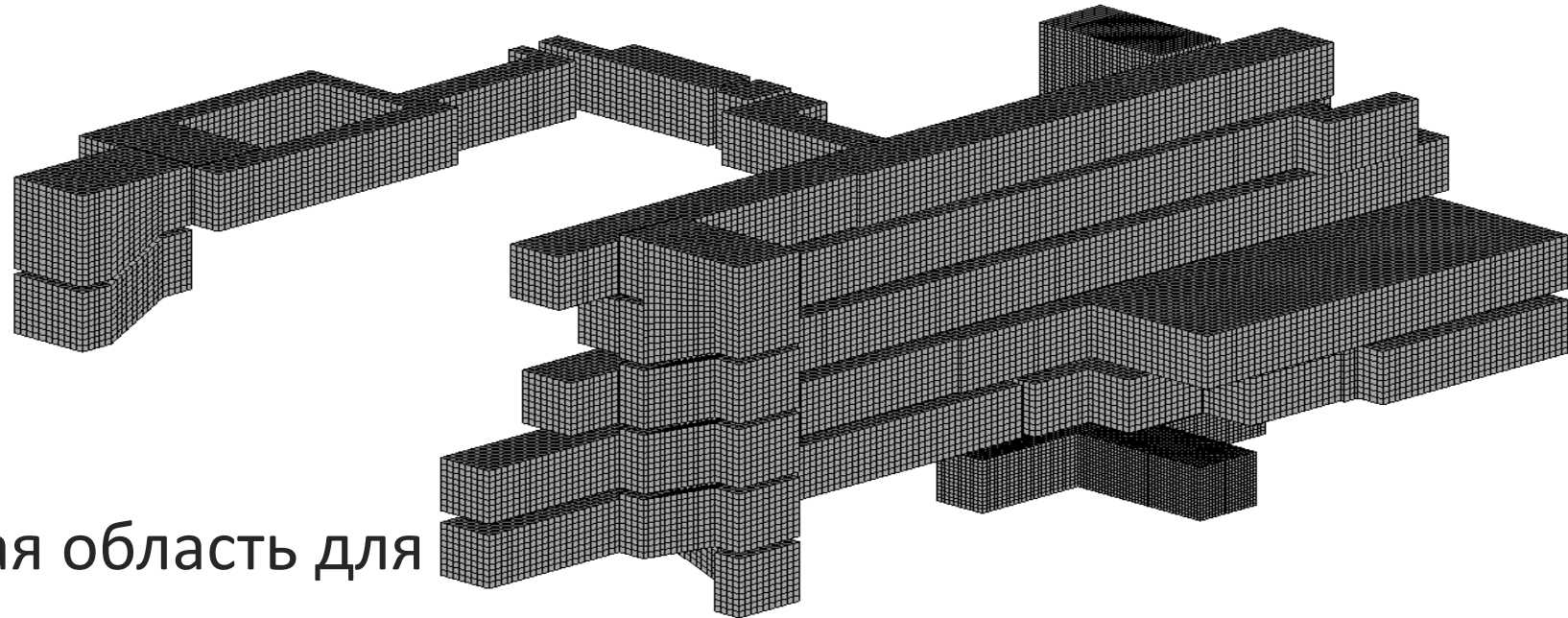
ID	Имя помещения	Количество человек	Время начала эвакуации	ID проемов в помещении
554	Помещение	3 (3 M1)	240	291
555	Помещение	1 (1 M1)	240	279, 280
556	Помещение	3 (3 M1)	240	279
557	Помещение	1 (1 M1)	240	282, 283
558	Помещение	3 (3 M1)	240	282
559	Коридор 5 этаж	2 (2 M1)	240	265, 268, 269, 273, 275, 276, 278, 280, 281, 283, 262, 700, 284, 285, 286, 290, 291, 292, 289, 699, 722
562	Помещение	2 (2 M1)	240	719
563	Помещение	1 (1 M1)	240	292, 294, 719
564	Помещение	3 (3 M1)	240	294
565	Помещение	1 (1 M1)	240	266, 269, 270
566	Помещение	3 (2 M1, 1 немоб)	240	274, 275
568	Помещение	6 (6 M1)	240	287
569	Помещение	1 (1 M1)	240	281
570	Помещение	2 (2 M1)	240	290
571	Помещение	1 (1 M1)	240	607
572	Помещение	2 (2 M1)	240	288
573	Помещение	1 (1 M1)	240	263
574	Помещение	3 (3 M1)	240	266
575	Помещение	1 (1 M1)	240	270
577	Помещение	1 (1 M1)	240	272
578	Помещение	4 (4 M1)	240	276
579	Помещение	1 (1 M1)	240	277, 278
580	Помещение	1 (1 M1)	240	277
581	Помещение	3 (3 M1)	240	284
582	Помещение	4 (4 M1)	240	723
583	Помещение	3 (3 M1)	240	285, 723
726	Помещение	1 (1 M1)	240	293
728	Помещение	1 (1 M1)	240	293, 722
Всего на этаже		74		
Всего в здании		410		



Расчетная область для моделирования эвакуации



Расчетная область для моделирования пожара



3. При расчете эвакуации необходимо учитывать транспортировку немобильных людей из лечебно-профилактических и социальных учреждений силами персонала при помощи носилок.

Расчетное время транспортировки немобильных людей с определенного этажа здания определяется по формуле:

$$t_{\text{рсп}} = (t_1 + t_2 + \frac{L_1}{V_1^c} + \frac{L_2}{V_2^c} + \frac{L_1}{V_1} + \frac{L_2}{V_2}) \cdot \frac{N_{\text{нм}}}{0,5 \cdot N_{\text{перс}}} - (\frac{L_1}{V_1} + \frac{L_2}{V_2}), \quad (\text{П } 5.1)$$

(а) Предполагается, что медперсонал в момент начала транспортировки находится в том же помещении, что и немобильный

Задача: расставить немобильных пациентов и медперсонал.

(б) Медперсонал, который транспортирует немобильных имеет четное количество на этаже

(в) Количество рейсов для каждого этажа определяется программой по введенной информации.



1. Моделирование ОФП дольше, чем завершается процесс транспортировки немобильных .
2. Учет медперсонала, делающего >1 рейса, при определении количества неэвакуировавшихся.

