



FireCat – программный комплекс
для расчета индивидуального пожарного риска

www.pyrosim.ru
+7 (343) 319-12-62

Работа в программном комплексе

FireCat

для расчета индивидуального пожарного риска

Пример «Двухэтажное кафе»

21 мая 2021

Оглавление

1. Введение.....	3
2. Термины и определения	4
3. Описание сценария расчета «Двухэтажное кафе»	5
4. Работа в Pathfinder.....	7
4.1. Создание топологии	7
4.2. Создание профиля	19
4.3. Создание поведения	20
4.4. Создание и размещение агентов	21
4.5. Работа с ошибками	25
4.6. Общие параметры моделирования.....	27
4.7. Запуск расчета.....	28
4.8. Просмотр результатов расчета	29
4.9. Анализ результатов в Pathfinder.....	31
4.10. Обработка результатов в FireRisk	33
5. Работа в PyroSim	34
5.1. Импорт CAD-файла.....	34
5.2. Создание сетки.....	37
5.3. Создание топологии	41
5.4. Создание источника пожара	47
5.5. Создание вентиляции	52
5.6. Создание измерителей-датчиков.....	54
5.7. Создание плоскостей для визуализации ОФП.....	57
5.8. Задание общих параметров моделирования	58
5.9. Запуск расчета.....	59
5.10. Просмотр результатов	61
5.11. Анализ результатов в PyroSim.....	61
5.12. Обработка результатов в FireRisk	63
6. Работа в FireRisk.....	64
7. Список литературы	73

1. Введение

Программный комплекс FireCat предназначен для расчета индивидуального пожарного риска согласно приказам МЧС №382 («Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности») и №404 («Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах»).

Комплекс состоит из трех компонентов:

1. Программа PyroSim для моделирования пожара
2. Программа Pathfinder для моделирования эвакуации людей при пожаре
3. Программа FireRisk для обработки результатов, определения величины индивидуального пожарного риска и формирования отчета.

Программа PyroSim является графическим интерфейсом для FDS – полевой модели моделирования распространения ОФП (приложение 6 [1]).

Программа Pathfinder реализует модель индивидуального движения людей при эвакуации (приложение 3 [1]).

Программа FireRisk позволяет обработать результаты расчетных программ и выполнить расчет индивидуального пожарного риска по приказу МЧС №382.

В документе приведен пример работы с программами PyroSim, Pathfinder и FireRisk.

Приведенный пример демонстрирует порядок работы с программами, способы задания исходных данных и обработки результатов. Документ не имеет цели продемонстрировать все возможности программ, полные возможности описаны в руководствах пользователя.

Пример состоит из следующих шагов:

1. Построение модели в PyroSim и моделирование распространения ОФП
2. Построение модели в Pathfinder и моделирование эвакуации
3. Обработка результатов и расчет индивидуального пожарного риска в программе FireRisk.

При создании документа и примеров использовались следующие версии программ:

Pathfinder 2021.2.0512

Pyrosim 2021.2.0512

FireRisk 4.00.0

К документу приложены исходные расчетные файлы для PyroSim, Pathfinder и FireRisk.

При создании примеров используются файлы баз данных поверхностей и материалов PyroSim http://www.pyrosim.ru/download/Firecat_FDS_fireload_lib.rar и созданные профили Pathfinder http://www.pyrosim.ru/download/Firecat_Pathfinder_profiles.rar

2. Термины и определения

Время блокирования путей эвакуации – время от начала пожара до блокирования эвакуационных путей в результате распространения на них ОФП, имеющих предельно допустимые для людей значения

Время начала эвакуации - интервал времени от возникновения пожара до начала эвакуации людей.

Время существования скоплений людей на участках пути – время, в течении которого плотность людского потока на путях эвакуации превышает значение $0,5 \text{ м}^2/\text{м}^2$.

Время эвакуации – время с момента начала пожара до момента покидания здания последним человеком.

Индивидуальный пожарный риск – риск гибели человека в результате воздействия опасных факторов пожара.

Контрольная точка – место, в котором выполняется сравнение времени эвакуации и времени блокирования, для определения вероятности эвакуации людей.

Модель индивидуально-поточного движения – математическая модель движение людей, в которой учитывается движение каждого человека в отдельности.

Опасные факторы пожара - факторы пожара, воздействие которых может привести к травме, отравлению или гибели человека и (или) к материальному ущербу.

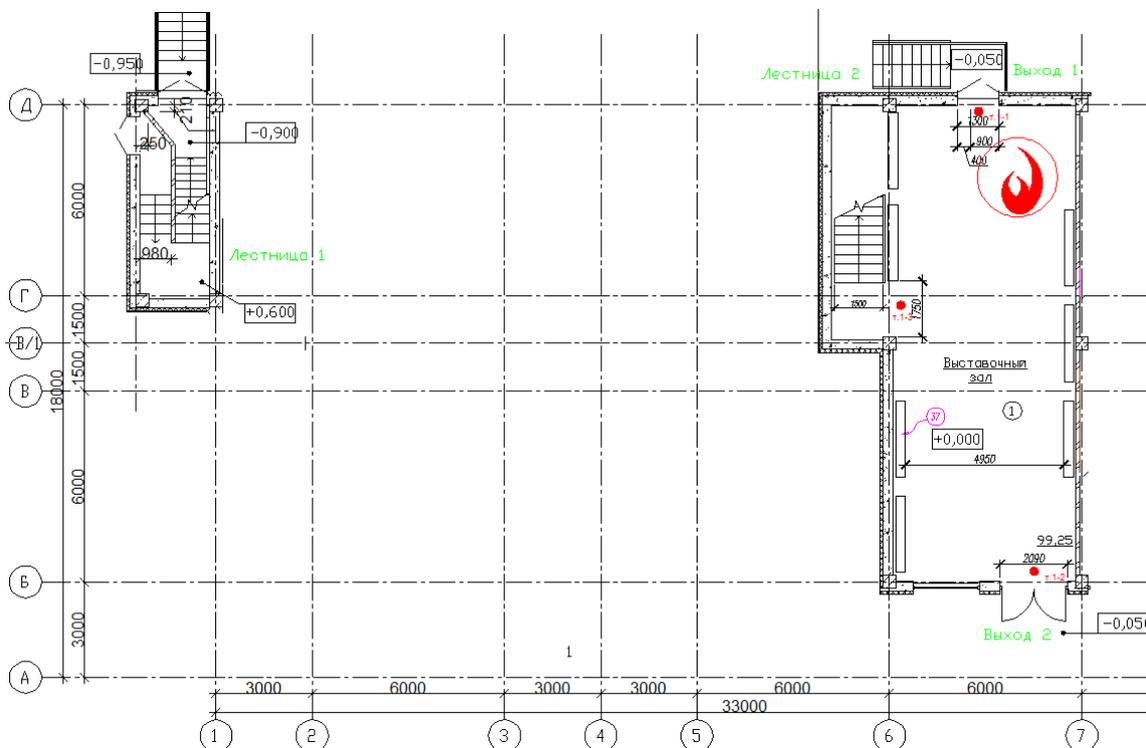
Полевая модель – математическая модель расчета тепломассопереноса при пожаре, в основе которой лежит система уравнений в частных производных.

3. Описание сценария расчета «Двухэтажное кафе»

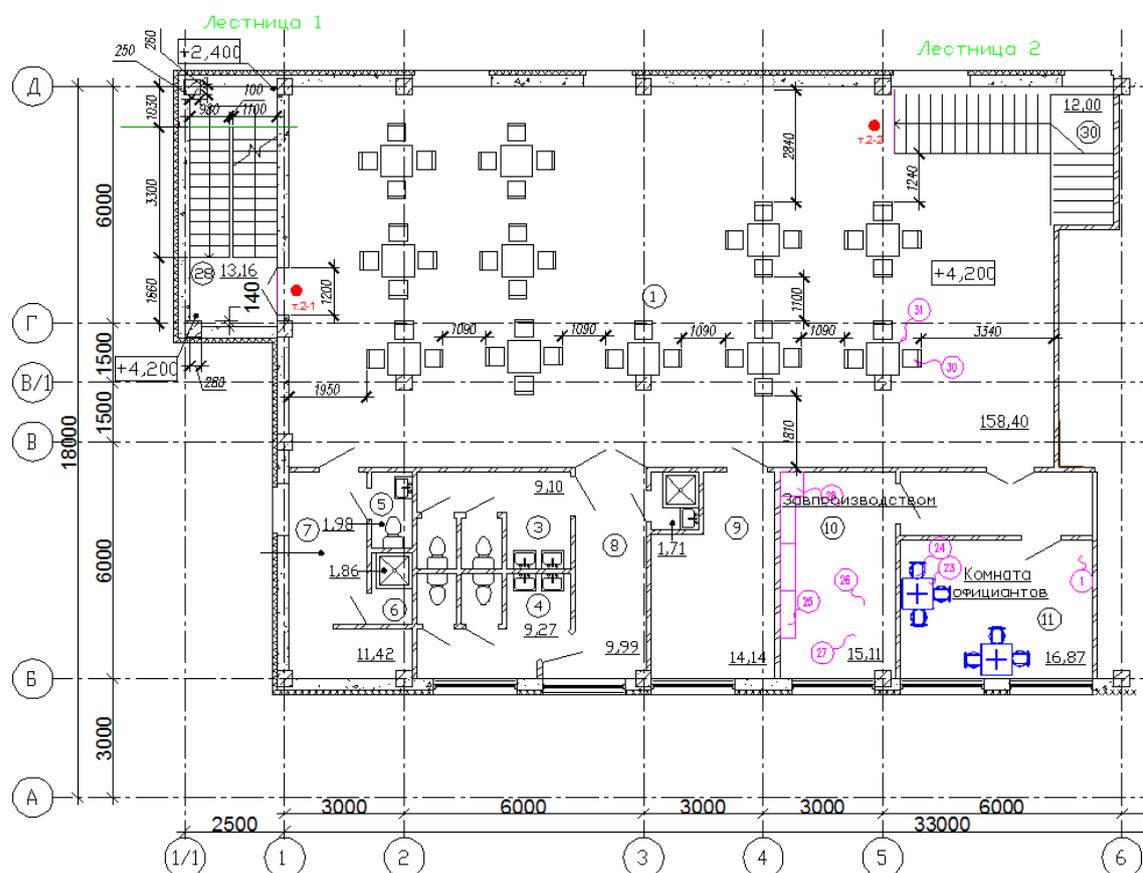
Расчет индивидуального пожарного риска выполняется для двухэтажного кафе.

План здания приведен ниже:

Этаж 1



Этаж 2



Пожар возникает на первом этаже возле выхода 1. Пожарная нагрузка – «Мебель: дерево+облицовка», удельная скорость тепловыделения составляет 194 кВт/м², скорость распространения пламени – 0,0154 м/с, размеры источника пожара – 5*2 метра.

Количество людей в помещениях:

- на первом этаже из расчета 3м²/чел (84/3 = 28). В том числе 5% М2, т.е. 2 человека;
- на втором этаже по заданию – 50 человек посетителей (в т.ч. 5% М2 – 3 чел) и 10 чел персонала;
- в кабинетах 2 этажа – из расчета 6м²/чел (всего 8 чел), группа мобильности М1.

Здание оборудовано системой обнаружения пожара, а также системой оповещения и управления эвакуацией 3 типа. Время начала эвакуации для помещения пожара рассчитывается по формуле: $t_{нэ} = 5 + 0,01 * F = 6$ с, время начала эвакуации для кафе – 1 минута, для кабинетов – 1,5 минуты (см. приложение 2 [5]).

Дымоудаление выполняется через два дымоприемных устройства на втором этаже, производительность 3 м³/с каждого (общая производительность 21500 м³/час).

Система автоматического пожаротушения есть и соответствует нормативным требованиям.

При возникновении пожара дым и другие опасные факторы распространяются под потолком первого этажа, формируя дымовой слой, и опускаются, блокируя эвакуационные выходы. Через открытую лестницу дым попадает на второй этаж и распространяется под потолком зала кафе.

Люди с первого этажа начинают движение через 6 секунд после начала пожара и идут к выходу 2, т.к. ближайший выход 1 заблокирован опасными факторами пожара.

Люди со второго этажа начинают движение после получения сигнала системы оповещения, и двигаются по лестнице 1 к выходу.

В качестве контрольных точек для сравнения времени блокирования и времени эвакуации используются входы в лестницы и выходы наружу.

4. Работа в Pathfinder

Построение модели в Pathfinder и моделирование эвакуации выполняется следующими этапами:

1. Создание топологии
2. Создание профилей агентов
3. Создание поведений агентов
4. Размещение агентов
5. Выполнение расчета
6. Просмотр и анализ результатов

К документу приложен расчетный файл «ex2.pth», в котором можно посмотреть уже полностью созданную модель.

В качестве CAD-файлов использованы файлы «1 этаж.dwg» и «2 этаж.dwg».

4.1. Создание топологии

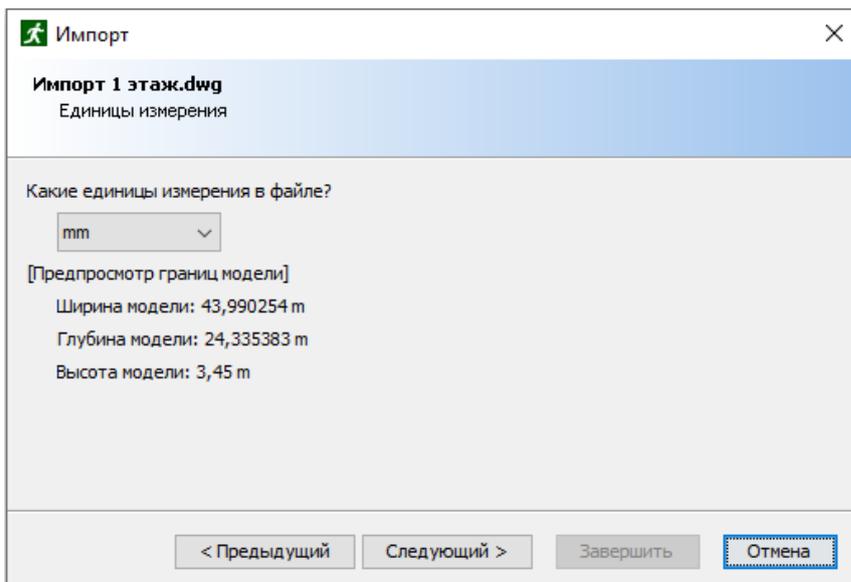
Топологию в Pathfinder можно создавать с нуля, а можно использовать в качестве основы ранее созданную топологию из файла CAD или PyroSim.

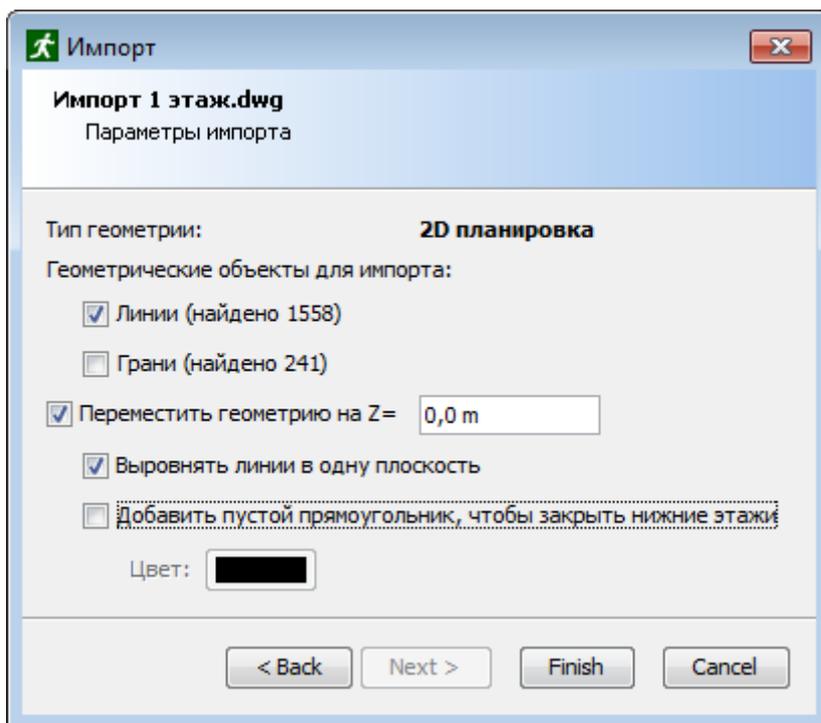
Топология в Pathfinder включает в себя следующие объекты:

- помещения (любые горизонтальные участки пути)
- дверь (выходы и заужения пути)
- лестницы (наклонный путь со ступеньками)
- пандусы (наклонный путь без ступенек).

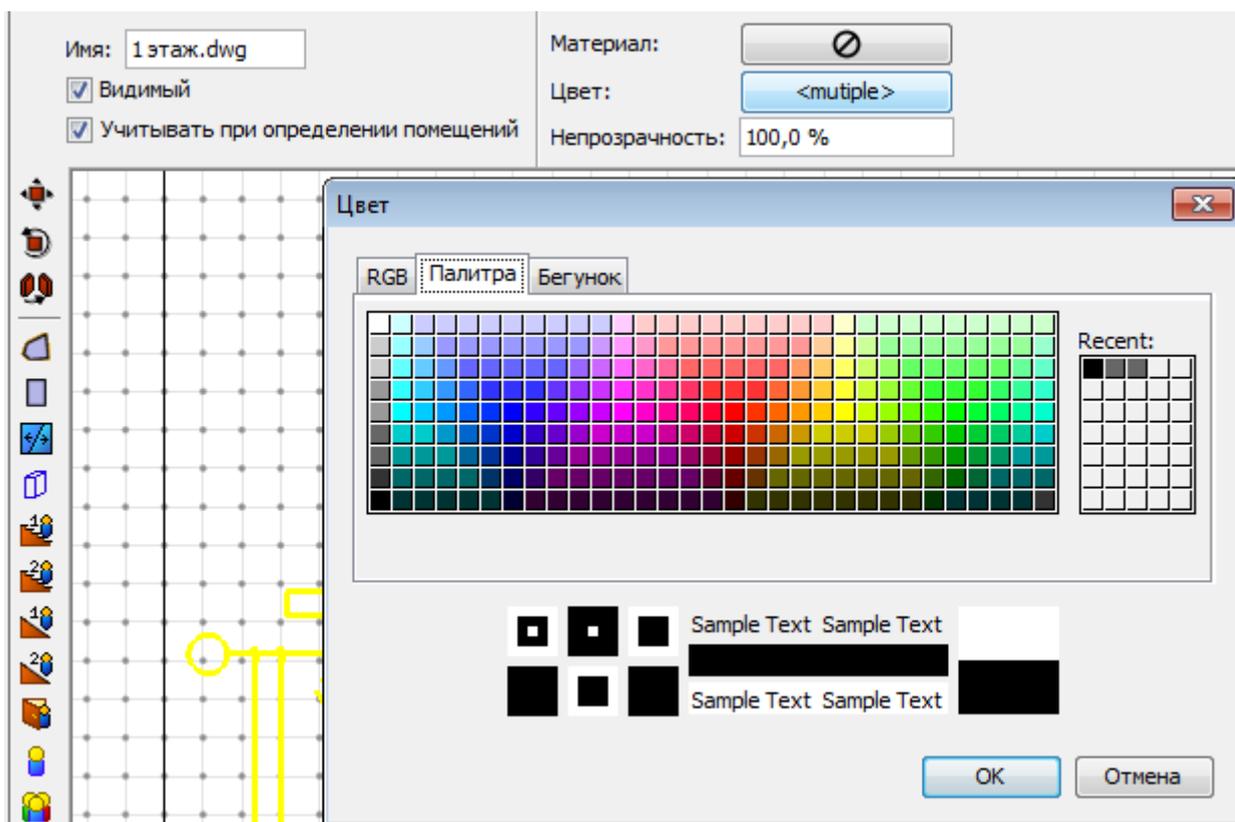
Для расчета все многообразие объектов должно быть сведено к этим четырем типам.

Импортируем в файл геометрию из CAD-файла, сначала для 1 этажа  :



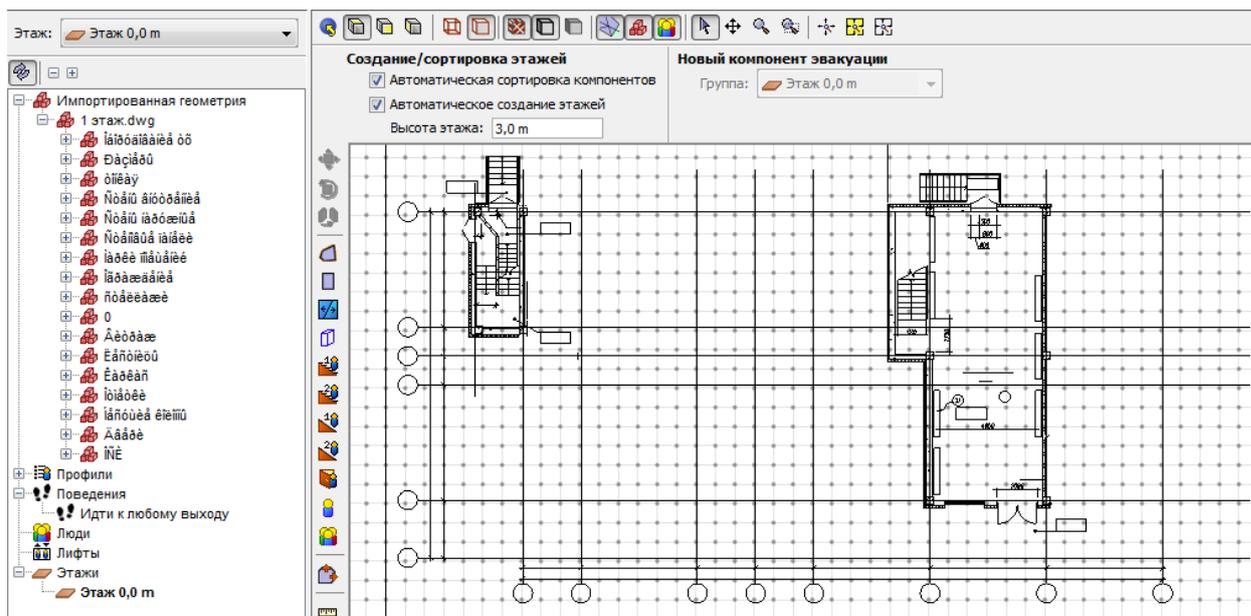


Часть линий оказалась белого цвета и не видна на заданном фоне, поэтому зададим всем линиям один цвет:

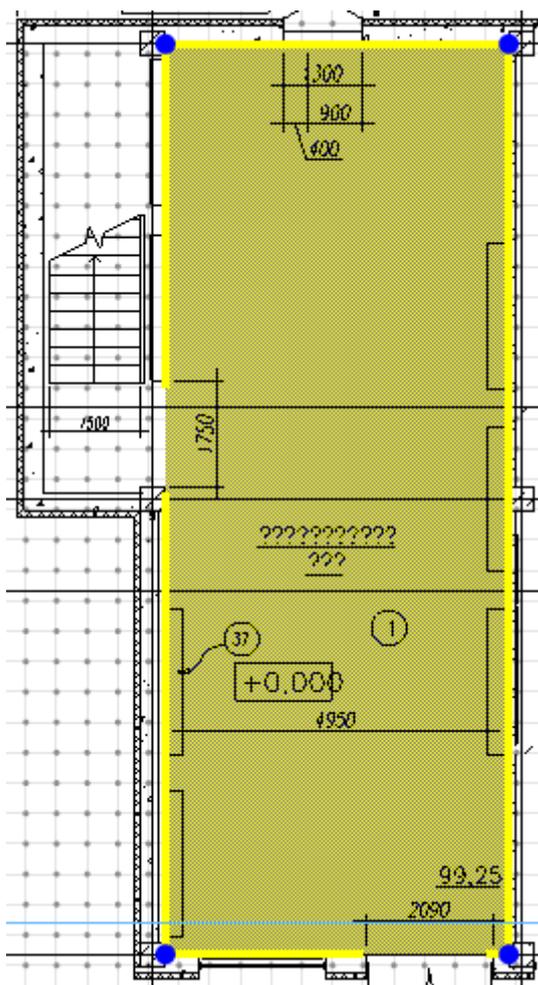


Импортированная геометрия 1 этажа:

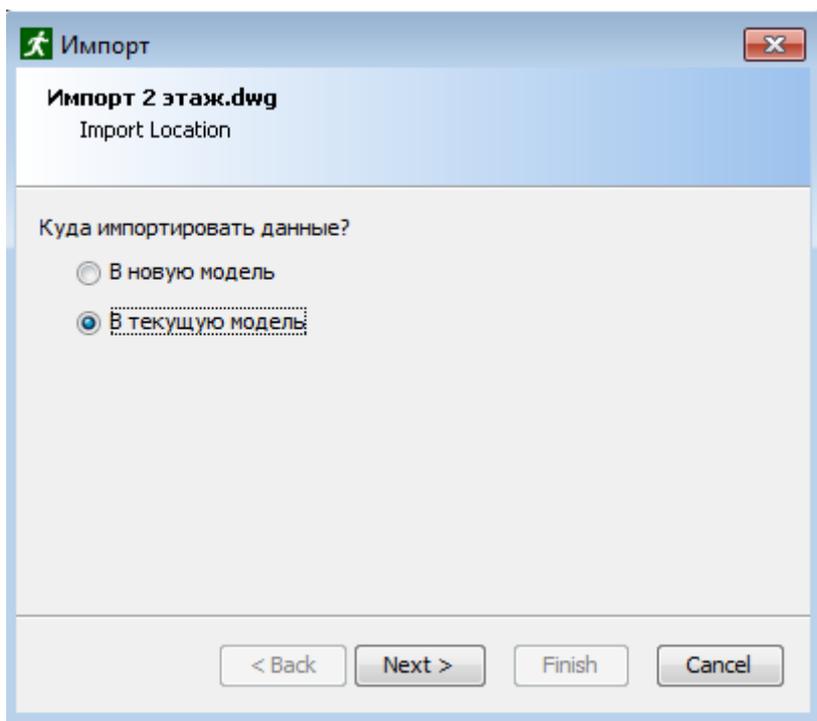
Работа в программном комплексе FireCat для расчета индивидуального пожарного риска Пример «Двухэтажное кафе»



Помещение на первом этаже очень простое, поэтому создадим его с помощью инструмента рисования  :

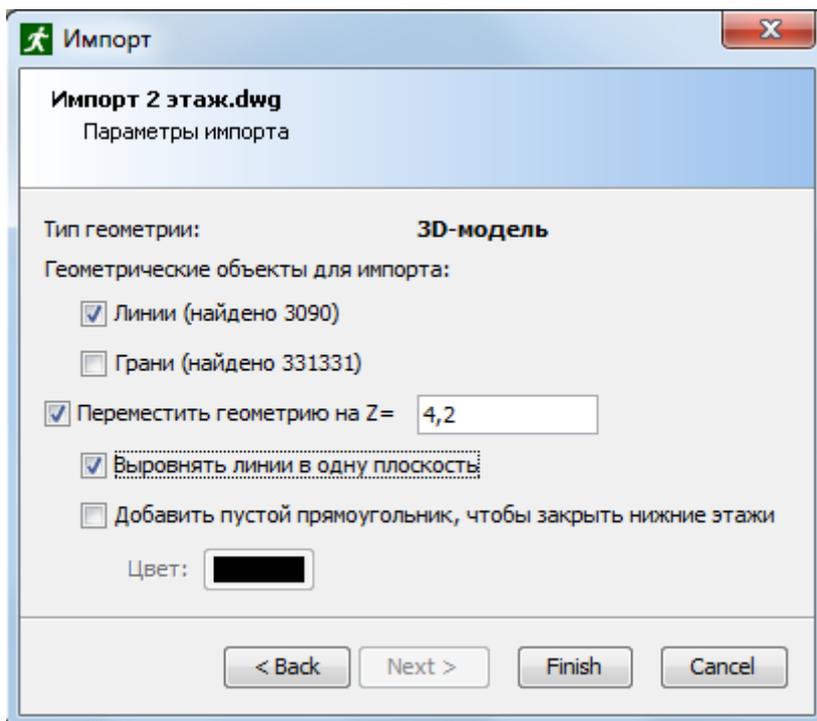


Теперь импортирует геометрию на 2 этаж:



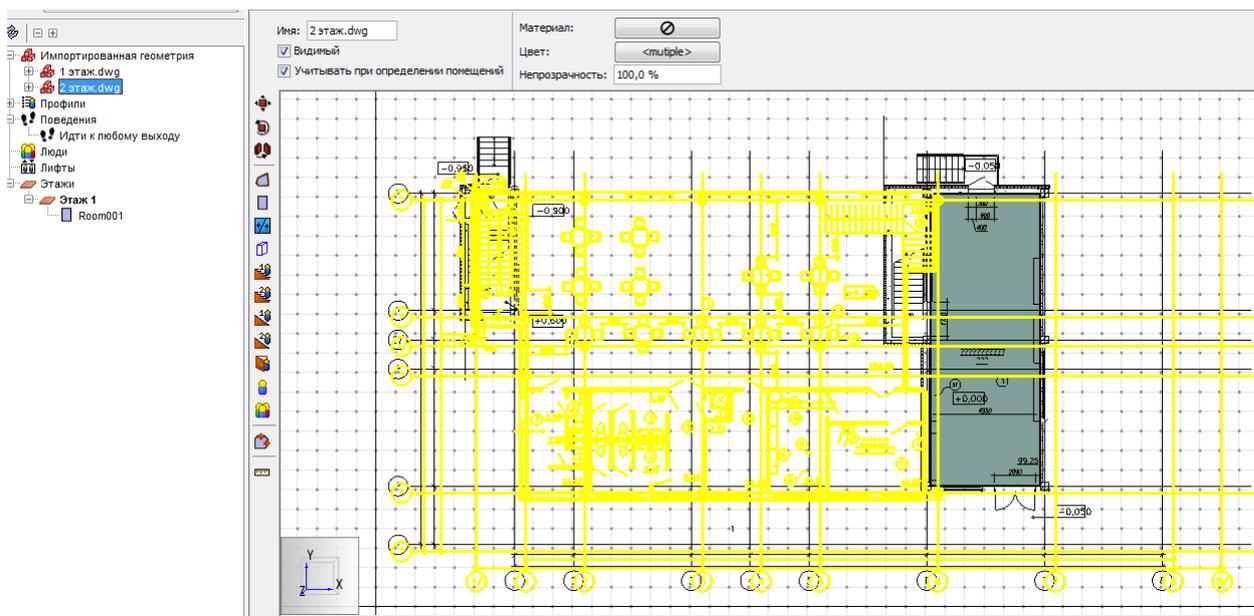
Далее импорт аналогичен первому этажу.

Поместим объекты на уровень 4,200:



Вид импортированной геометрии:

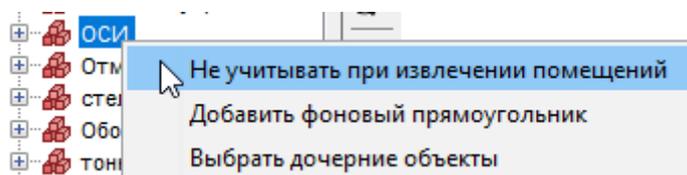
Работа в программном комплексе FireCat для расчета индивидуального пожарного риска Пример «Двухэтажное кафе»



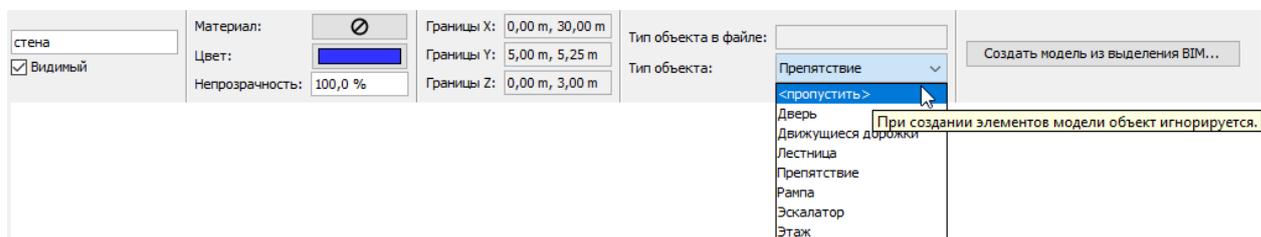
Видно, что второй этаж смещен по сравнению с первым. Переместим его с помощью инструмента «Переместить» .

Теперь необходимо создать помещения второго этажа. Их можно просто нарисовать, используя CAD просто в качестве подложки, а можно «извлечь» помещения из CAD-файла.

Сначала необходимо задать, какие слои должны участвовать в извлечении, а какие нет (например, оси или размеры не нужно включать в извлечение).



Либо установить свойство «Тип объекта» на панели свойств «пропустить»:

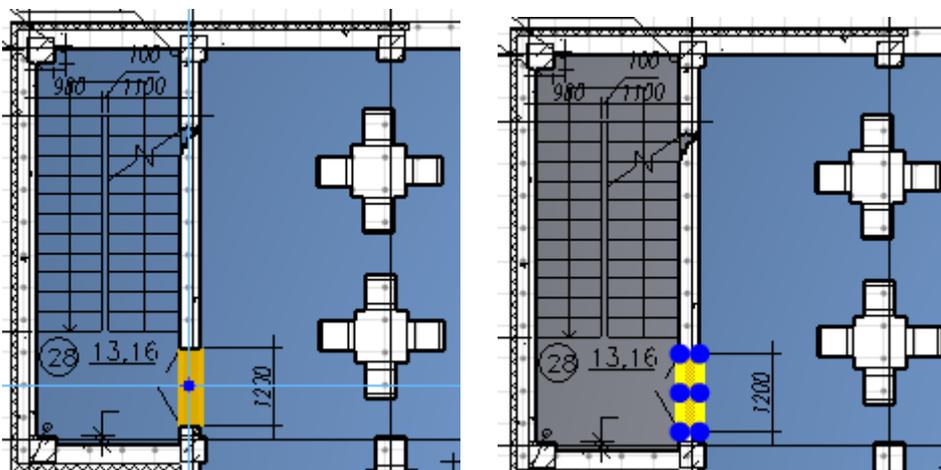


Для извлечения нажимаем кнопку  на боковой панели инструментов и кликаем куда-нибудь на объекты сцены, либо выбираем команду «Создать модель из выделения BIM» в контекстном меню или на панели свойства.

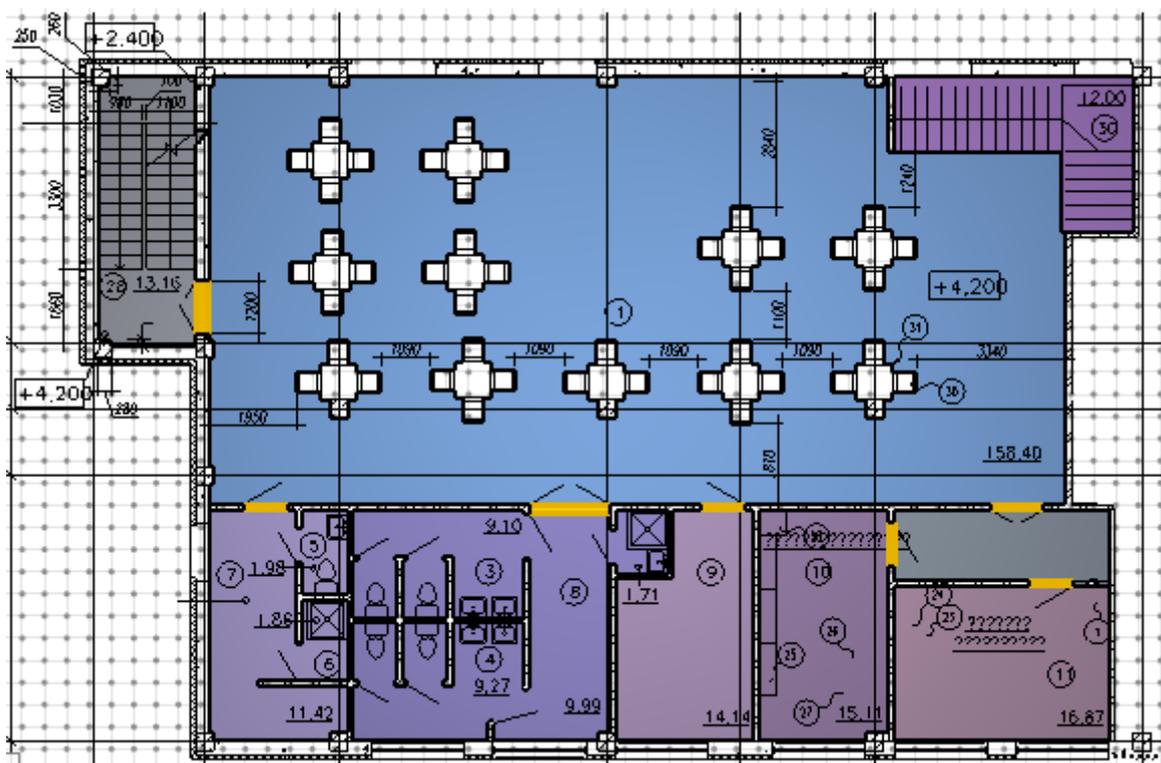
Извлеченные объекты второго этажа:

X: 8,74356 m	Максимальная ширина: 150,0 cm	Создать дверь
X: 21,5598 m		
Z: 4,2 m	Максимальная глубина: 30	

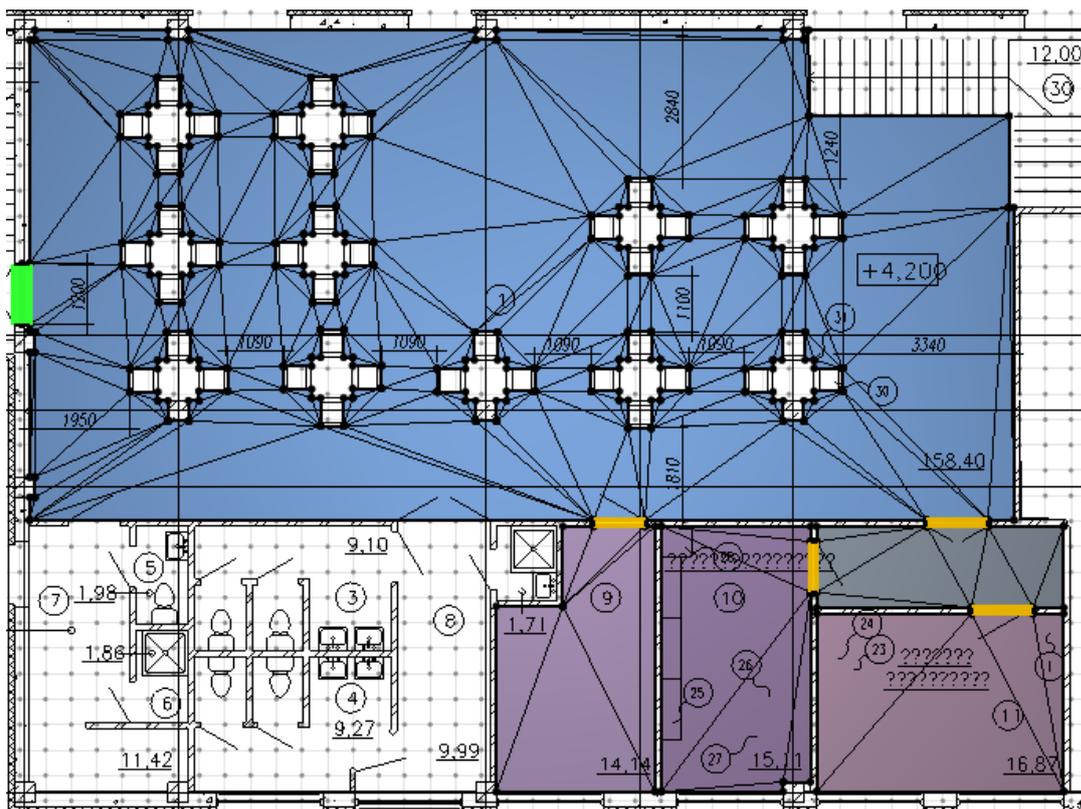
Теперь, при наведении курсора на «перешеек» шириной не более 150 см и глубиной не более 30 см программа предлагает создать дверь:



Кроме того, «отрежем» лестницу, и получим:



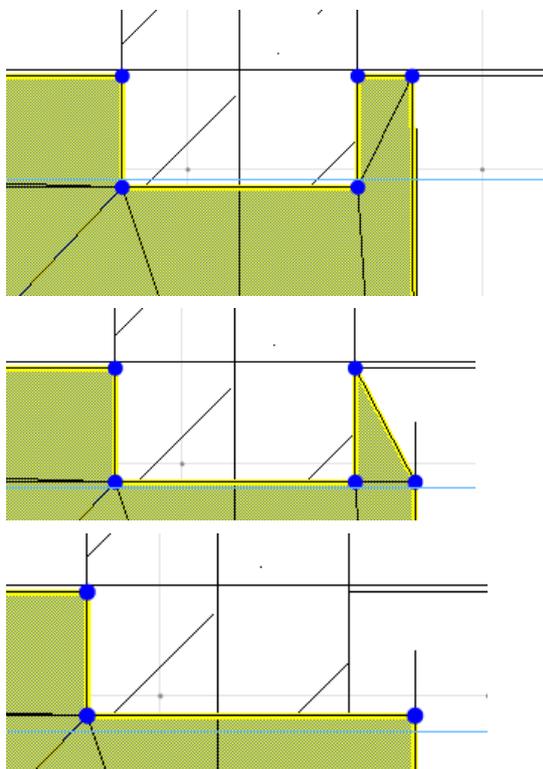
Удалим лишние помещения, где нет людей (туалеты) и лестницы – их нужно будет рисовать другим способом:



Теперь стоит упростить треугольную сетку, чтобы увеличить производительность. В данном примере это не так заметно, но в больших расчетах это важно.

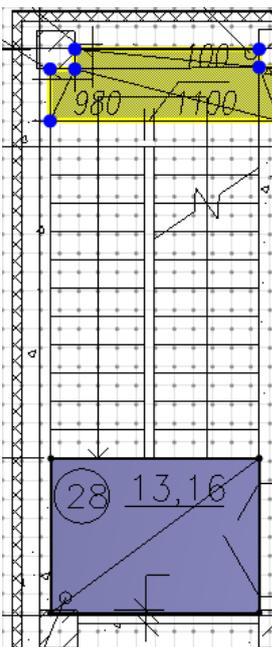
Желательно удалять ненужные небольшие выступы помещений, которые не окажут влияния на эвакуацию; упрощать объекты, имеющие слишком много углов.

Изменение формы объектов выполняется с помощью ручек-манипуляторов:

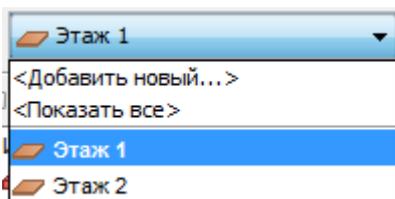


Теперь построим лестницы. Лестница состоит из маршей и площадок (помещений).

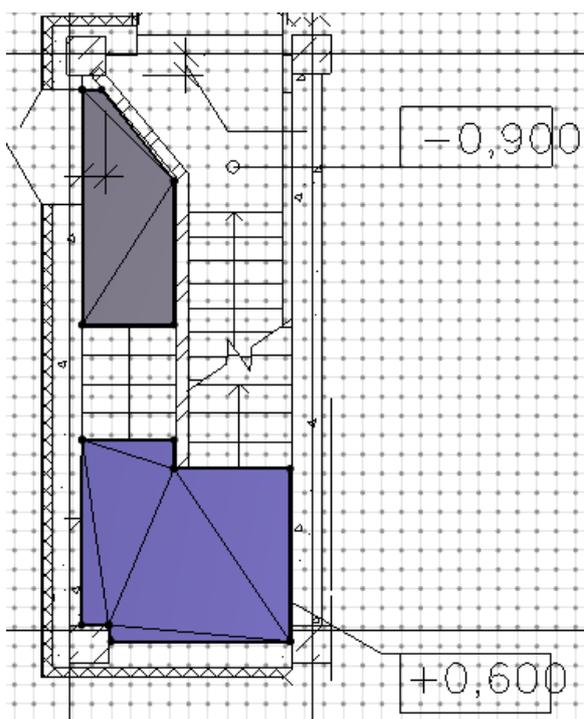
Сначала нарисуем площадки. Для лестницы 1 нарисуем прямоугольную площадку  на уровне 4,2 и площадку сложной формы  на уровне 2,4:



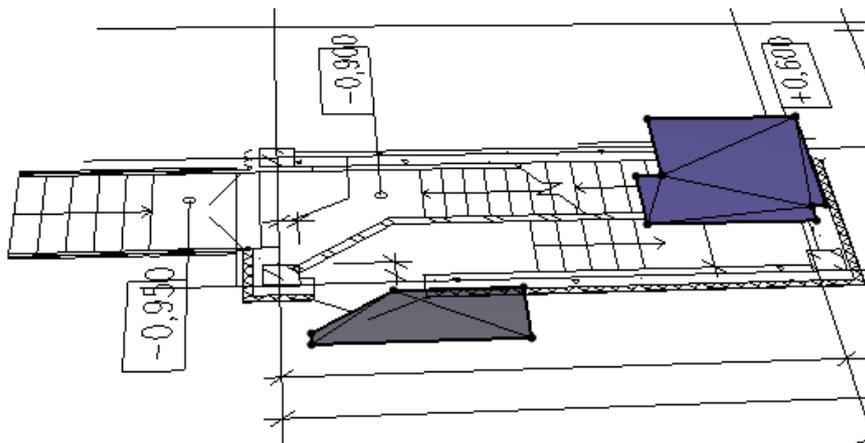
Затем устанавливаем в качестве активного этажа первый:



И рисуем нижние площадки на нужных уровнях:

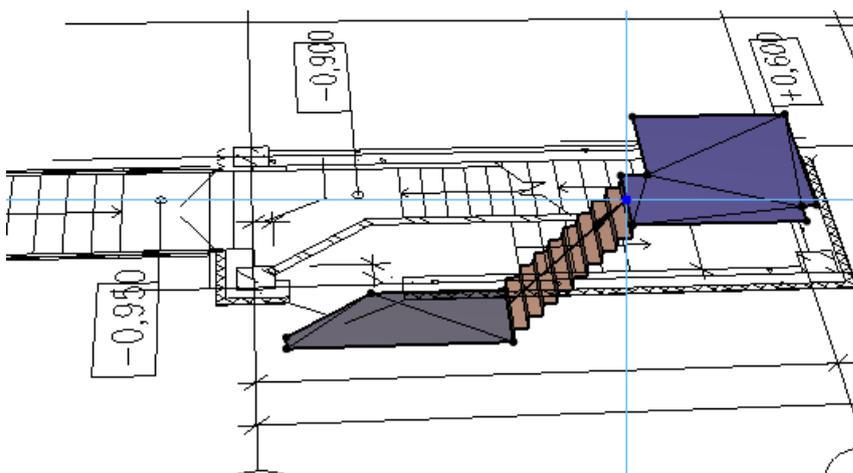


Теперь нарисуем марши между площадками. Кнопка  позволяет создать марш между двумя помещениями.

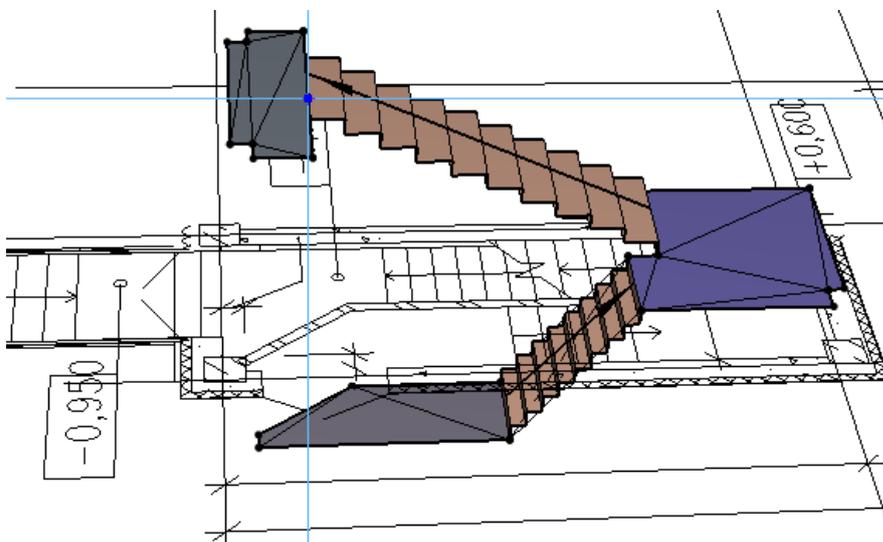


Задаем ширину лестницы в настройках, а затем на сцене указываем нижнюю и верхнюю грани:

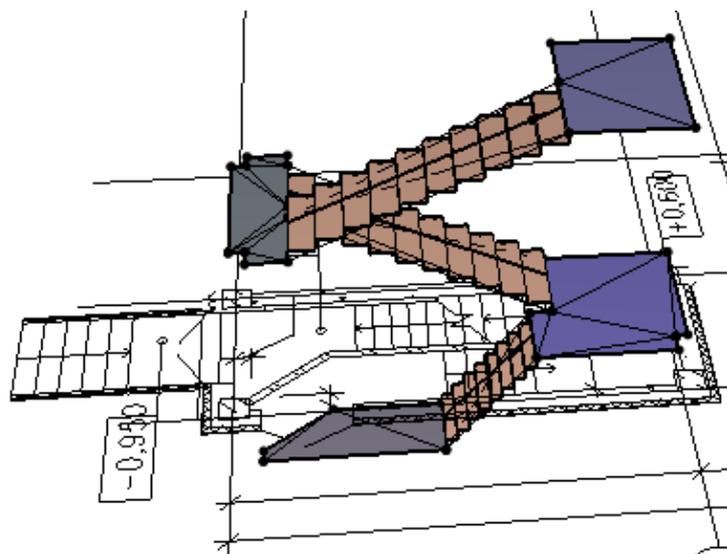
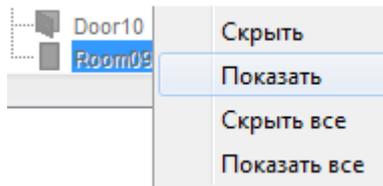
X1: 5,15 m	X2: 5,2 m	Ширина: 120	Высота ступени: 17,78 cm	Создать
Y1: 18,35 m	Y2: 17,15 m	Ширина 1 двери: ширина	Глубина ступени: 27,94 cm	
Z1: -0,9 m	Z2: 0,6 m	Ширина 2 двери: ширина		



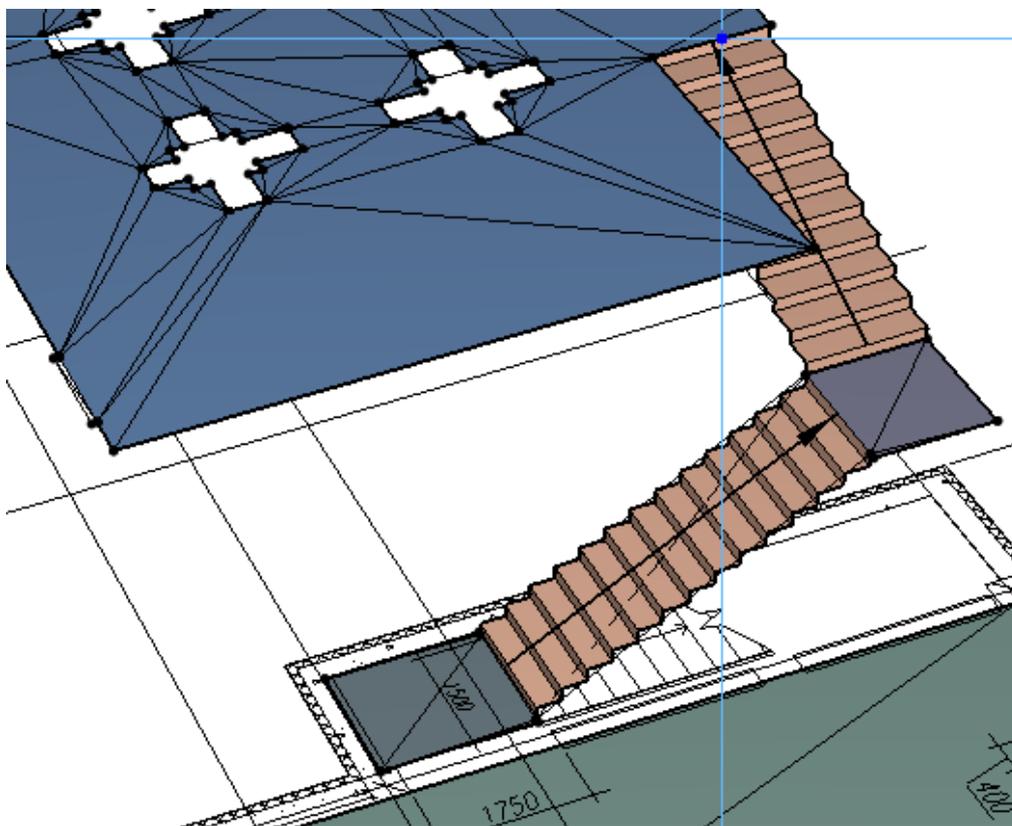
Аналогично создадим второй марш



Для создания третьего марша необходимо вручную активировать верхнюю площадку (чтобы создать лестницу между помещениями, нужно видеть оба помещения на сцене. Предыдущие марши соединяли помещения на одном этаже, поэтому их не пришлось делать видимыми вручную).

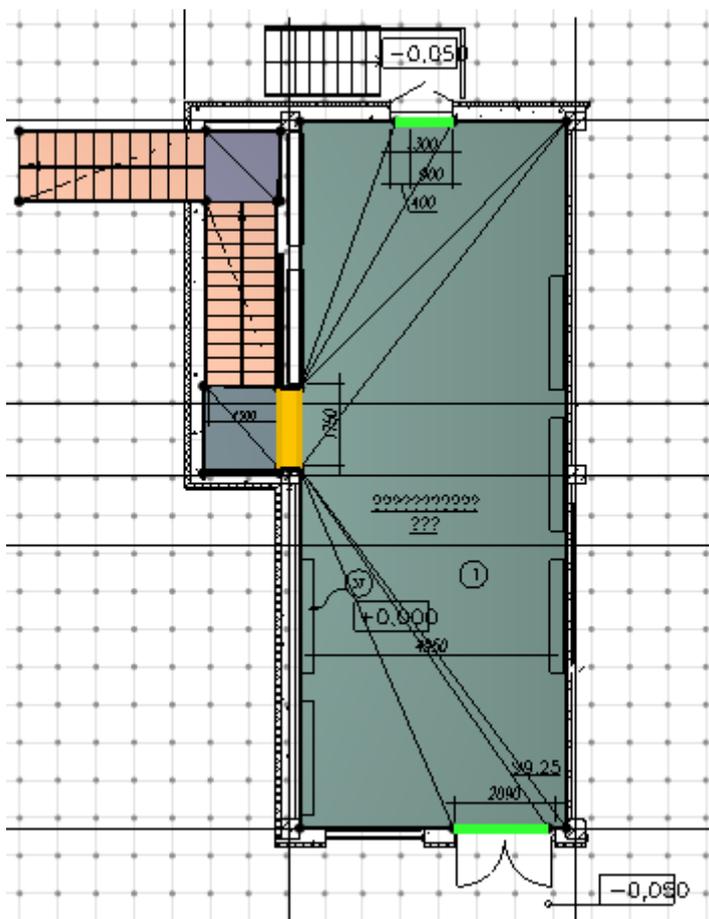


Аналогично создадим вторую лестницу

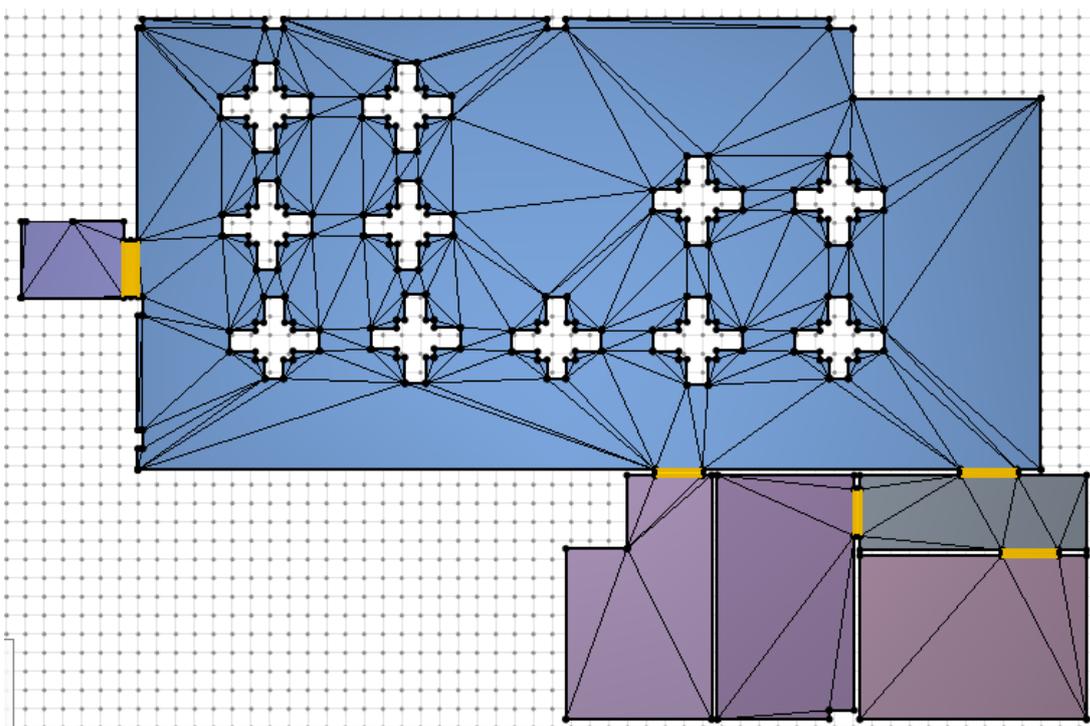


Добавим двери между этажами и лестницами, а также на выходах:

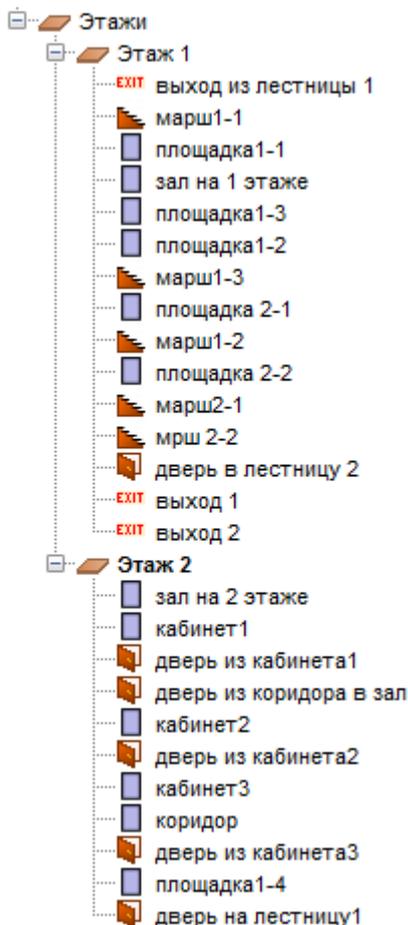
1 этаж



2 этаж



Рекомендуется дать всем объектам «осмысленные» названия, чтобы потом их можно было легко опознавать при анализе результатов



Топология создана

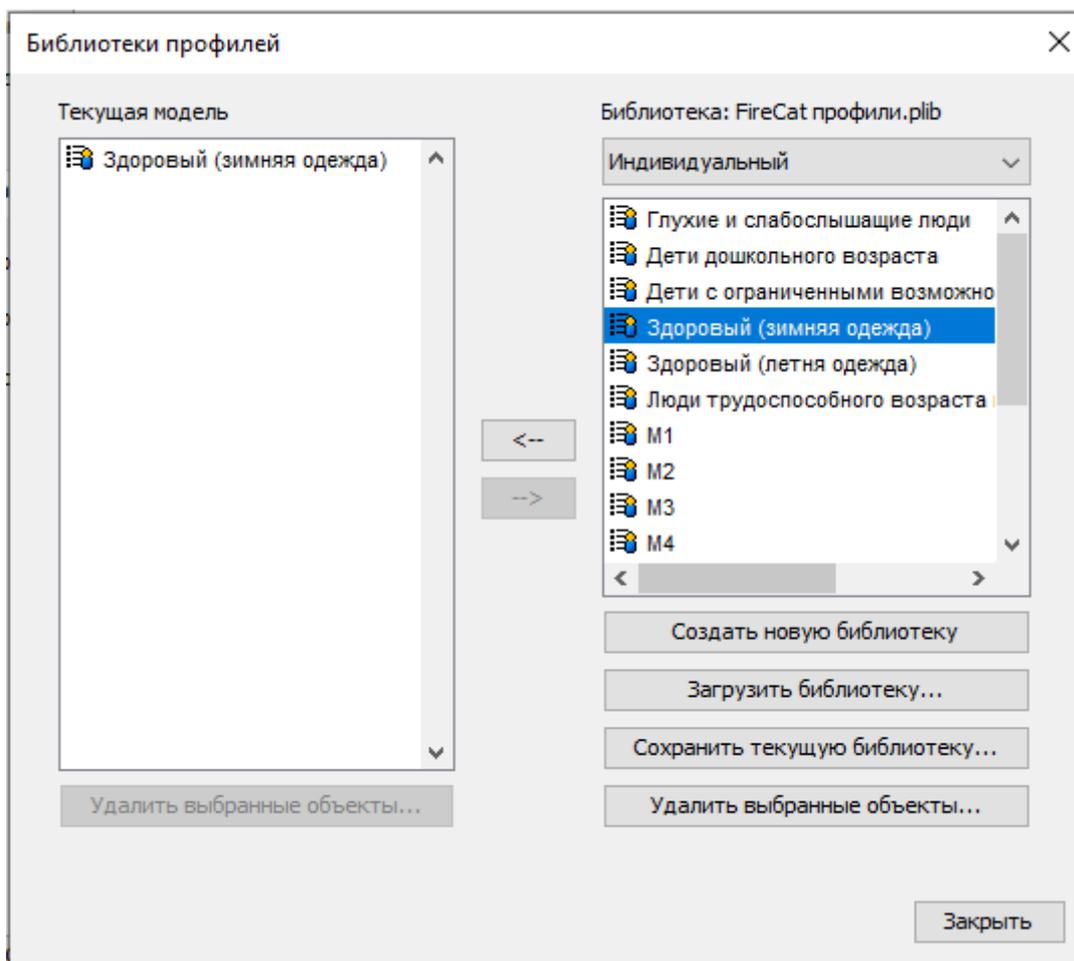
4.2. Создание профиля

Профили позволяют задать разные «типы» агентов, с разными характеристиками (скорость движения, размер, и т.д.).

В данной модели будут использоваться здоровые люди и люди группы мобильности M2. Указанные параметры подобраны таким образом, чтобы обеспечить наилучшее соответствие методике [1].

Самостоятельное задание параметров для профилей описано в документе «Настройка параметров движения». Сами профили созданы в файле «FireCat профили.plib» (библиотека профилей), а также в файлах с настройками «профили, Ф1.1,Ф1.3,Ф1.4.pth» и т.д. (скачать файлы можно на сайте http://www.pyrosim.ru/download/Firecat_Pathfinder_profiles.rar)

Если для работы были использованы файлы с настройками, то все профили в файл уже добавлены. В ином случае можно добавить профили из библиотеки:



Добавим профили для здоровых людей и M2.

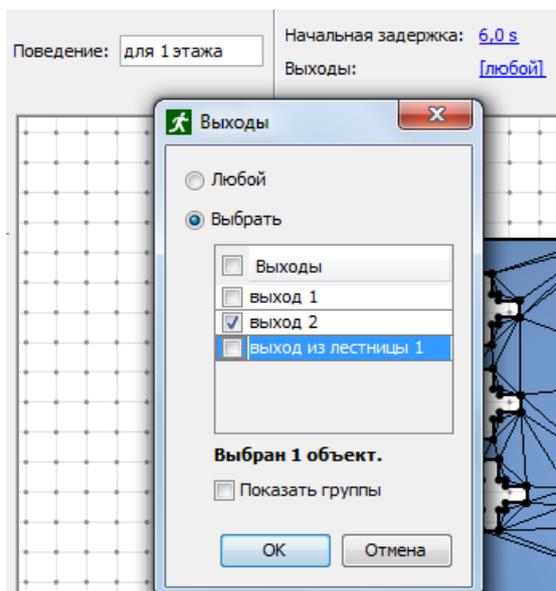
4.3. Создание поведения

Поведение задает, какие действия будут выполнять люди после запуска моделирования. Конечным результатом любого поведения должно быть движение к какому-либо выходу. Между началом движения и выходом из модели люди могут совершать различные действия: идти в указанные помещения или к указанной точке, дожидаться лифта.

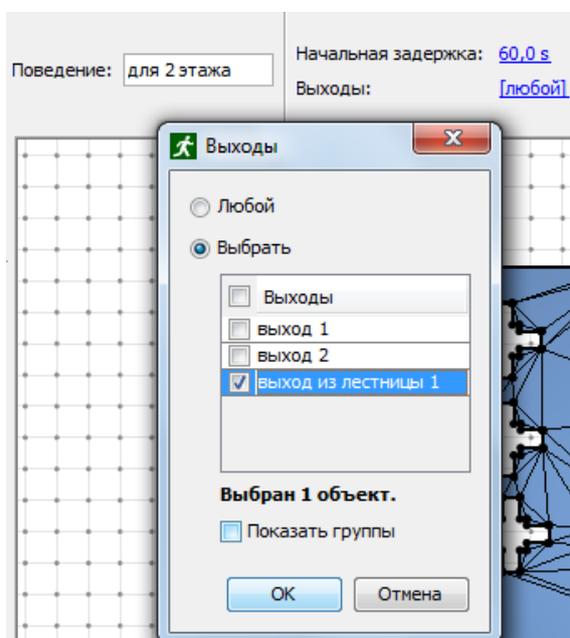
В поведении может быть указано более одно выхода, и тогда люди при движении будут выбирать, к какому выходу им предпочтительнее идти.

В данном примере необходимо задать три поведения:

- для первого этажа – идти в выход 2, время начала эвакуации $5+0,01*84 = 6\text{с}$



- для второго этажа – идти в выход из лестницы 1, время начала эвакуации 1 минута



- для кабинетов 2 этажа - идти в выход из лестницы 1, время начала эвакуации 1,5 минуты.

4.4. Создание и размещение агентов

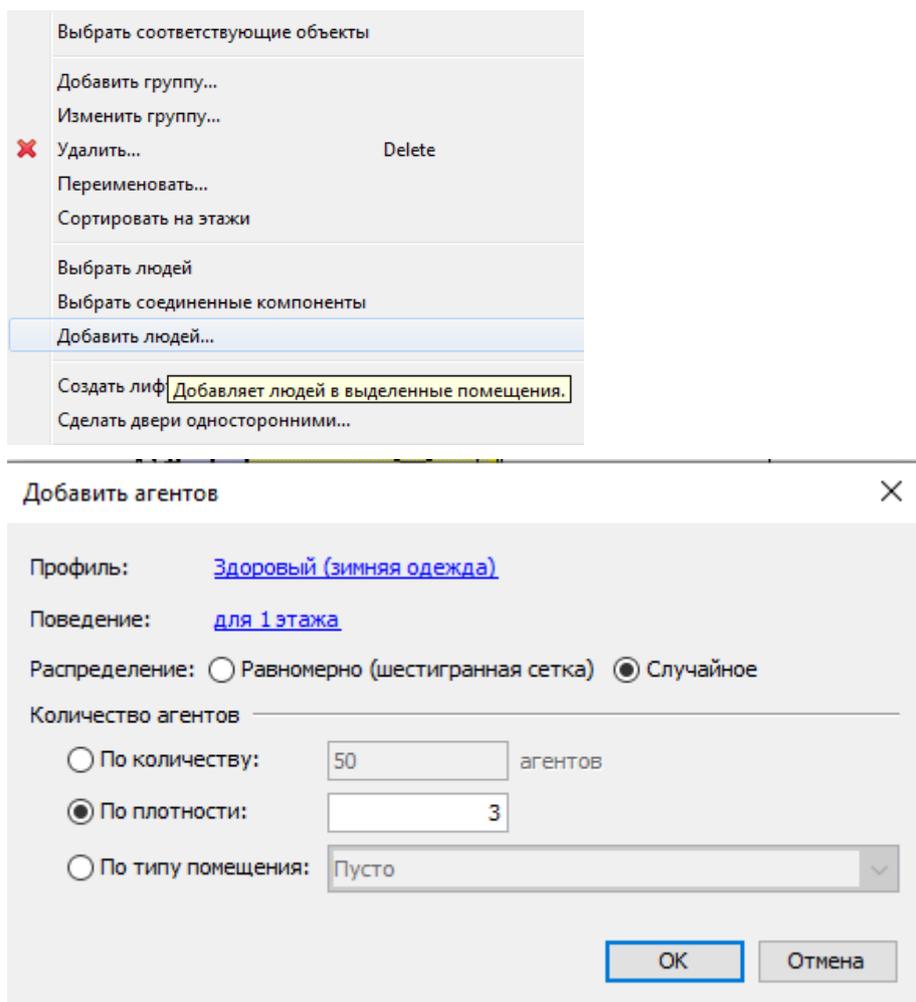
Добавлять агентов можно по одному  либо группами  с помощью инструментов на панели слева. Также можно добавлять агентов прямо в помещение через контекстное меню.

Количество людей:

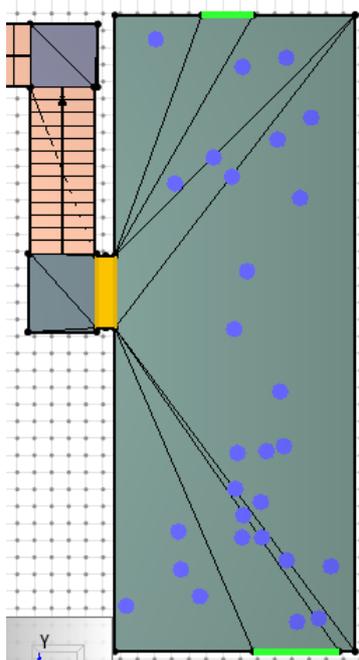
- на первом этаже из расчета $3\text{ м}^2/\text{чел}$ ($84/3 = 28$). В том числе 5% М2, т.е. 2 человека
- на втором этаже по заданию – 50 человек посетителей (в т.ч. 5% М2 – 3 чел) и 10 чел персонала
- в кабинетах 2 этажа – из расчета $6\text{ м}^2/\text{чел}$ (всего 8 чел)

Зададим людей в помещениях разными способами, чтобы продемонстрировать возможности программы.

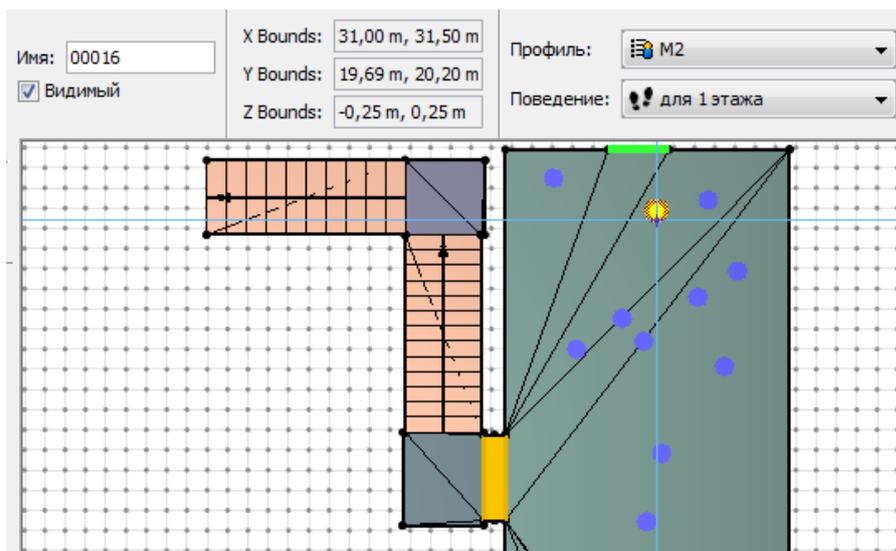
Сначала добавим людей с профилем «Здоровые люди» на первом этаже:



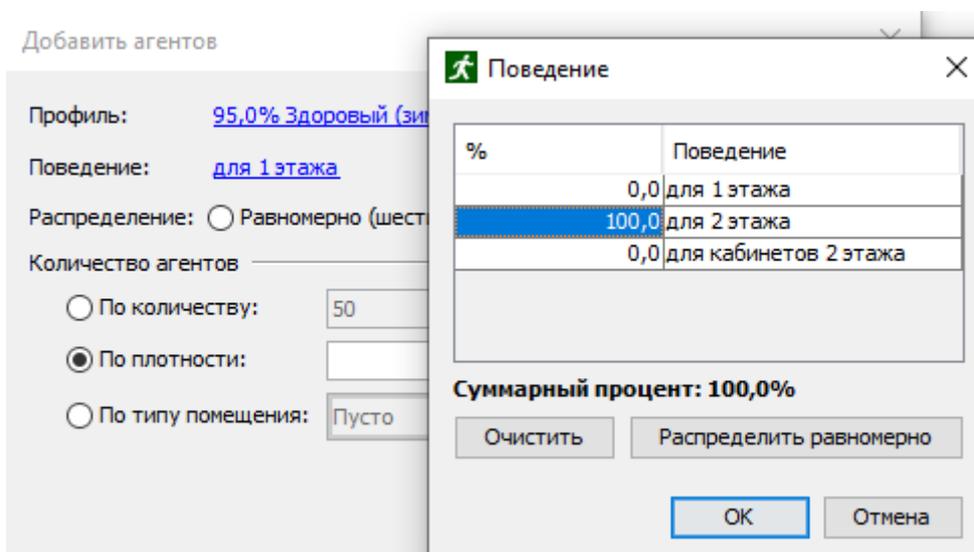
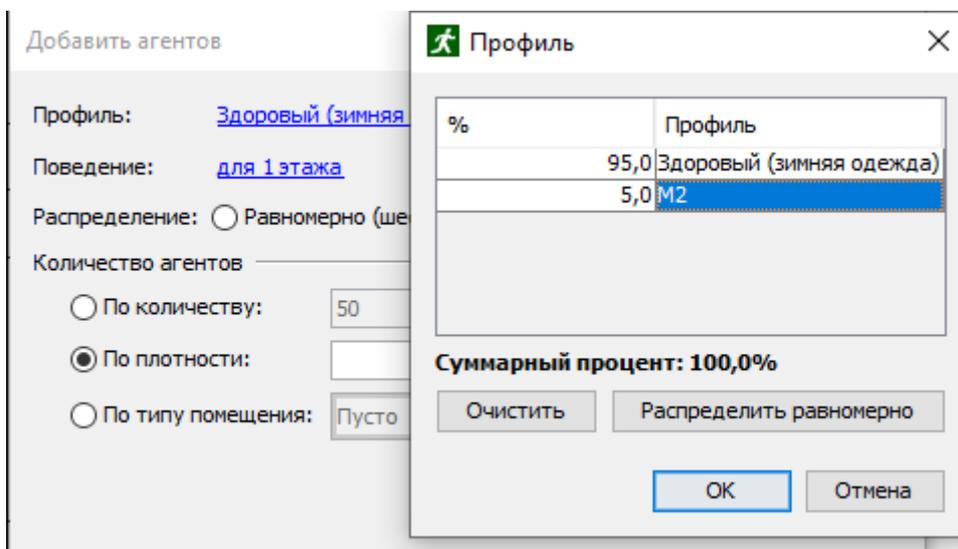
Размещение людей на первом этаже:



Теперь изменим профиль двух произвольных человек на M2 в их свойствах:



В зале кафе на 2 этаже надо задать 57 чел М1 и 3 М2, что составляет 95% и 5% всех людей соответственно:



Добавить агентов ×

Профиль: [95,0% Здоровый \(зимняя о...](#)

Поведение: [для 2 этажа](#)

Распределение: Равномерно (шестигранная сетка) Случайное

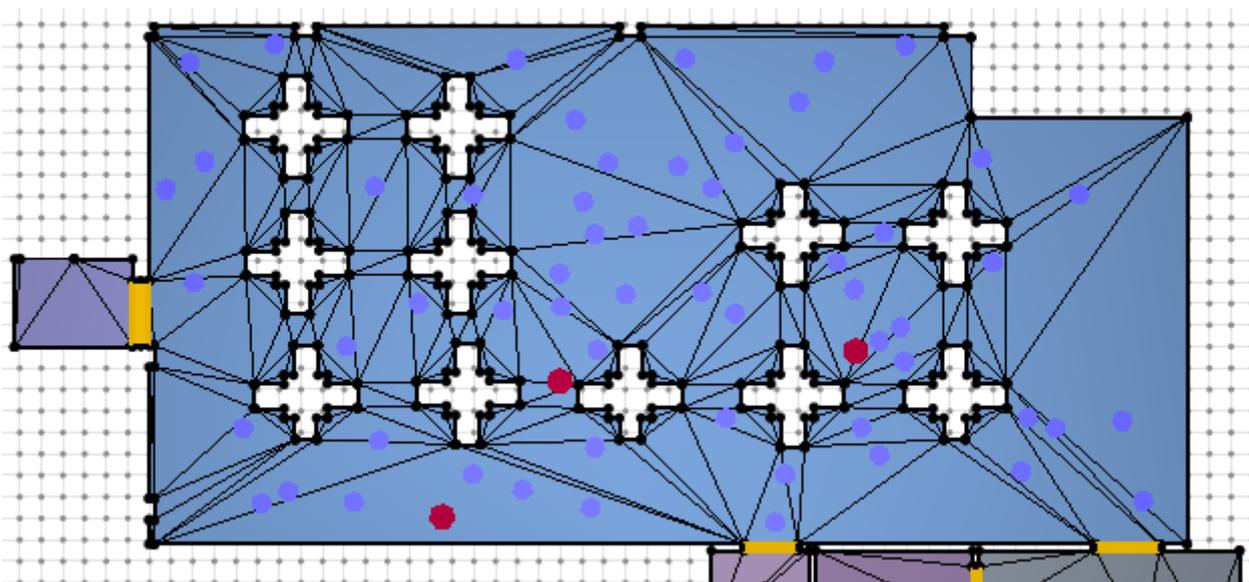
Количество агентов

По количеству: агентов

По плотности:

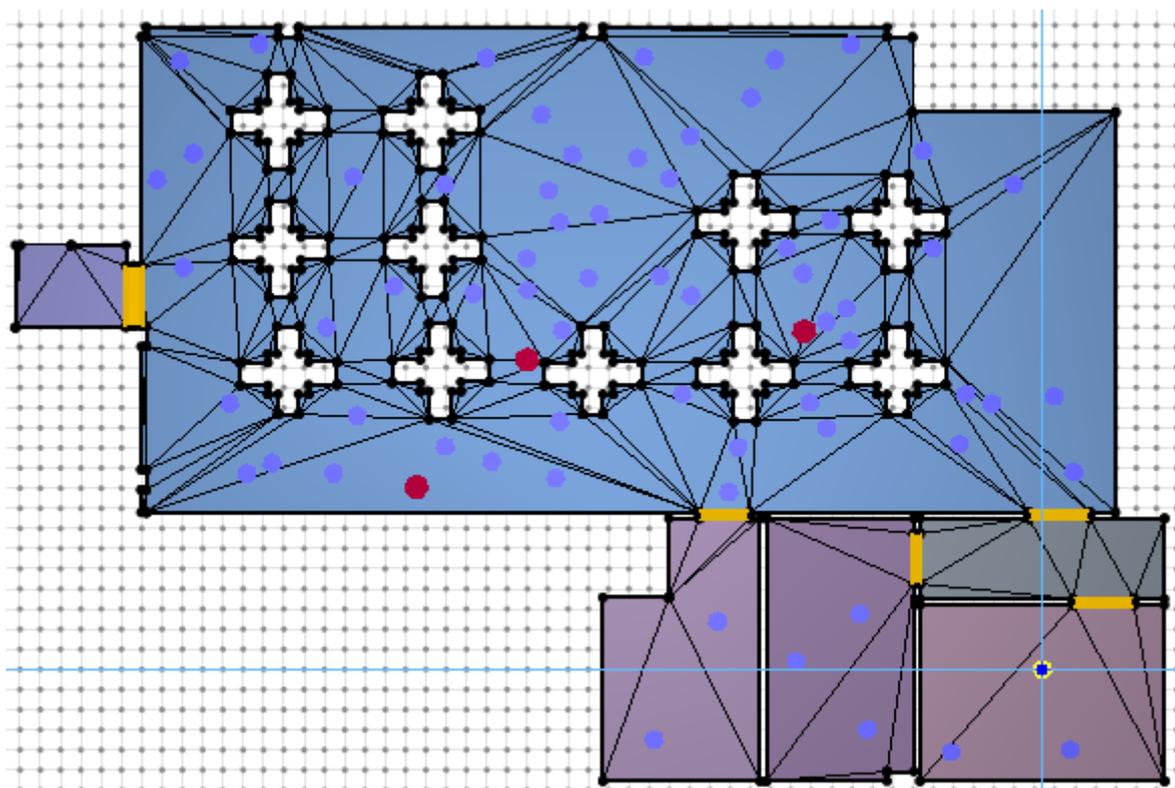
По типу помещения:

Размещение людей в кафе на втором этаже:



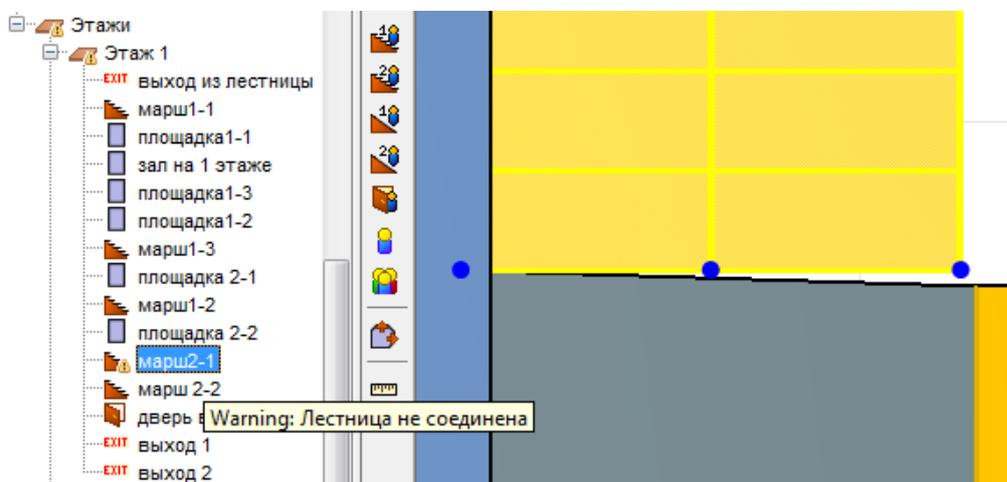
В кабинеты добавим людей по одному инструментом «добавить агента» :

Профиль:	<input type="text" value="Здоровый (зимняя од..."/>	X:	<input type="text" value="32,189484 m"/>	<input type="button" value="Создать"/>
Поведение:	<input type="text" value="для кабинетов 2 этажа"/>	Y:	<input type="text" value="15,207025 m"/>	
		Z:	<input type="text" value="0,0 m"/>	



4.5. Работа с ошибками

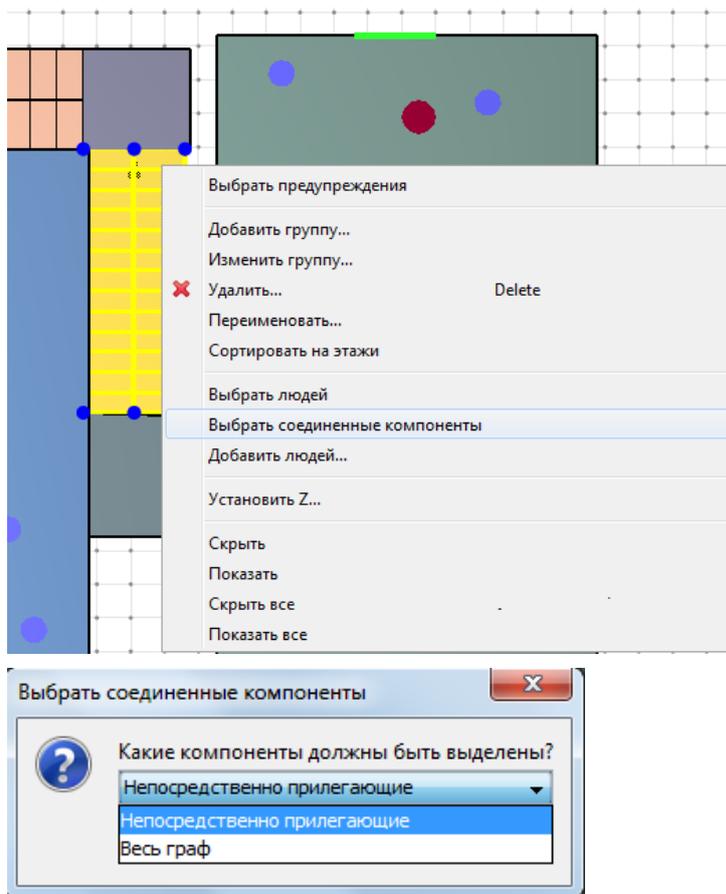
При создании и редактировании топологии иногда нарушается связей между объектами. Например, если лестница оказалась не соединена с помещением, возле нее возникает значок:



При наведении курсора на лестницу появляется всплывающая подсказка, в чем состоит ошибка.

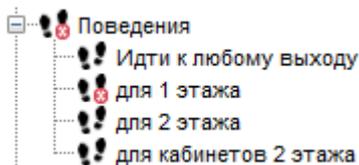
Кроме того, если объект на этаже оказался с ошибкой, то значок ошибки появляется для этажа и для всей геометрии в целом. Это помогает не пропустить ошибку.

Иногда трудно бывает понять, где именно нарушено соединение. Тогда можно использовать команду «Выбрать соединенные компоненты»:



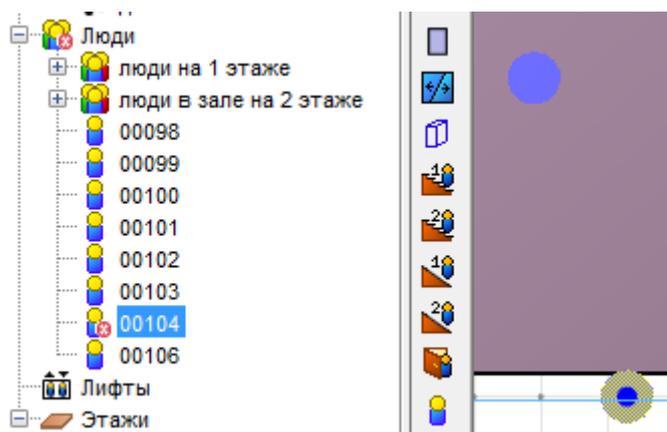
Если выбрать «непосредственно прилегающие», то будут подсвечены только ближайшие соединенные с объектом компоненты. Если выбрать «весь граф», то будут выделены все связанные между собой объекты (таким образом можно сразу обнаружить объекты, «выпавшие» из связи).

Также ошибки могут возникнуть в поведении:



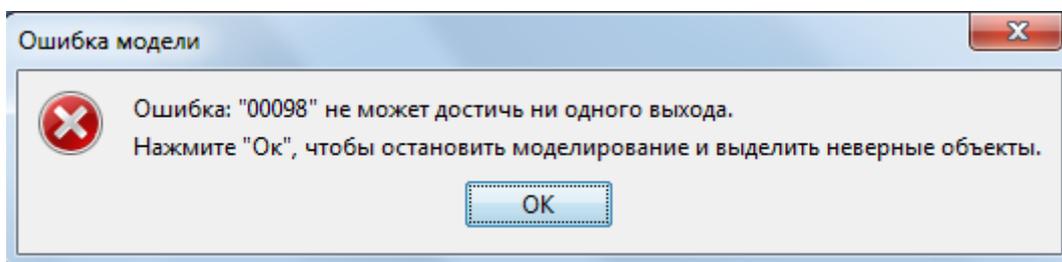
Например, если дверь, указанная в качестве выхода, превратится в «обычную» дверь, соединяющую два помещения.

Ошибка может возникнуть для агента:



Например, если агент располагается вне помещения или пересекается с другим объектом.

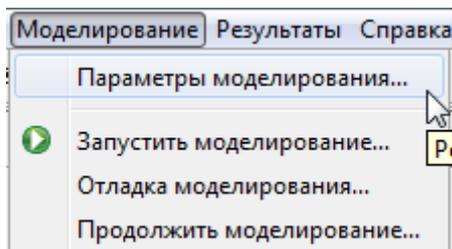
Некоторые ошибки будут выявлены при запуске моделирования, например:



4.6. Общие параметры моделирования

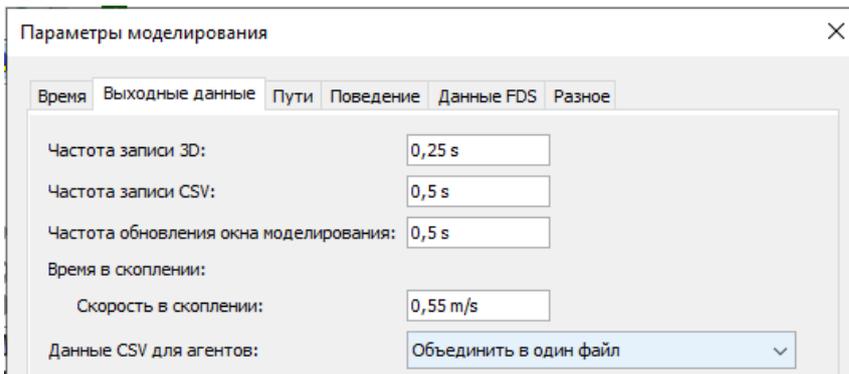
Перед запуском расчета необходимо настроить некоторые общие параметры.

В меню «Моделирование» выберите пункт «Параметры моделирования»:

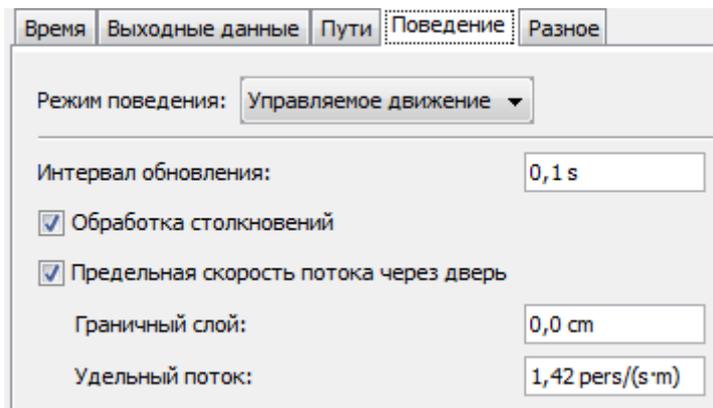


На вкладке «Выходные данные» можно изменить «Частоту записи CSV». По умолчанию задано значение 0,5 секунд. При импорте данных в FireRisk может появиться предупреждение, что необходимо уменьшить частоту записи CSV. В этом случае нужно уменьшить этот параметр и повторить расчет.

Параметр «Данные CSV для агентов» нужно выбрать «Объединить в один файл», тогда все данные будут содержаться в едином файле, а не будет создаваться отдельный файл для каждого агента в отдельности.

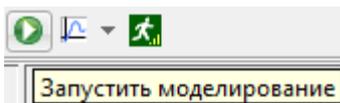


На вкладке «Поведение» необходимо задать режим поведения «Управляемое движение», установить граничный слой равным 0, а удельный поток – 1,42 чел/с*м (соответствует интенсивности движения 8,5 м/мин для плотности 0,9 м²/м²):

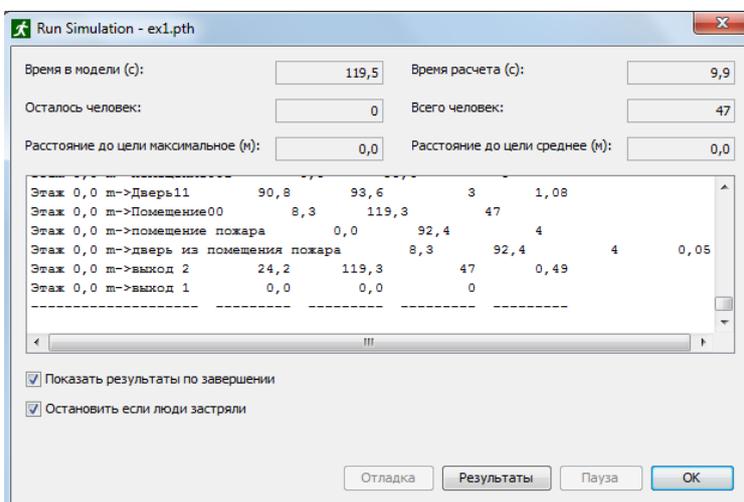


4.7. Запуск расчета

Чтобы запустить моделирование выберите команду «Запустить моделирование» в меню «Моделирование» или нажмите кнопку на верхней панели инструментов:

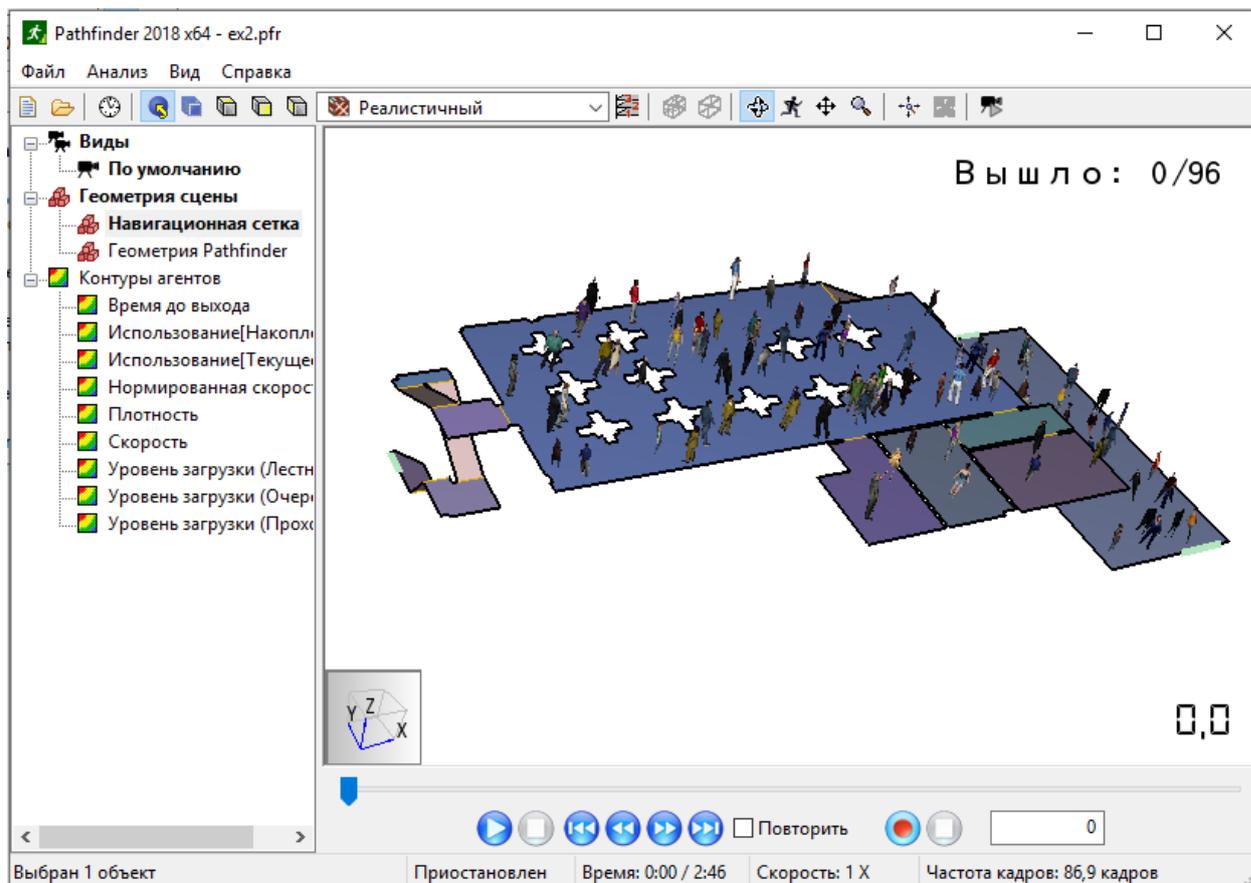


Откроется окно моделирования, где будет приводиться информация в процессе расчета – время, прошедшее в модели, физическое время расчета, сколько агентов участвует в модели и сколько еще осталось на текущий момент моделирования, расстояние до выхода.

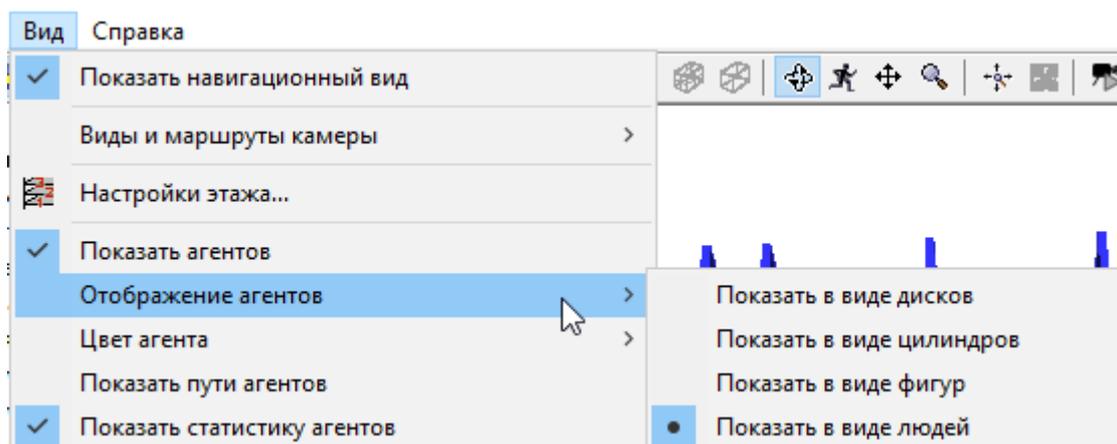


4.8. Просмотр результатов расчета

После завершения моделирования откроется программа для просмотра результатов моделирования:

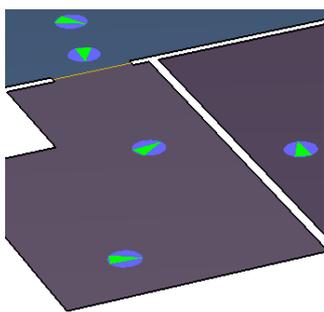


Вид агентов (людей) на сцене можно выбрать в меню «Вид»– «Отображение агентов»:

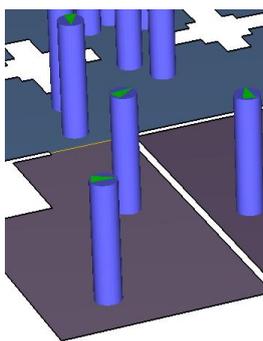


При этом агенты выглядят следующим образом:

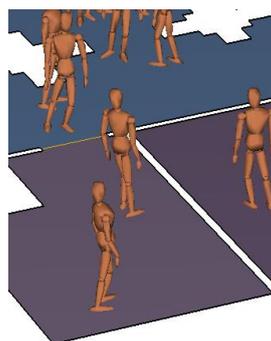
диски



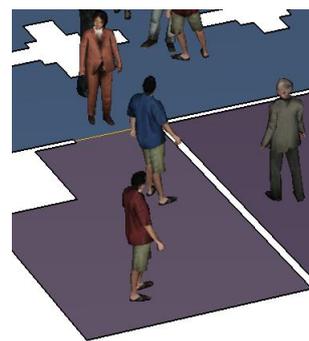
цилиндры



фигуры

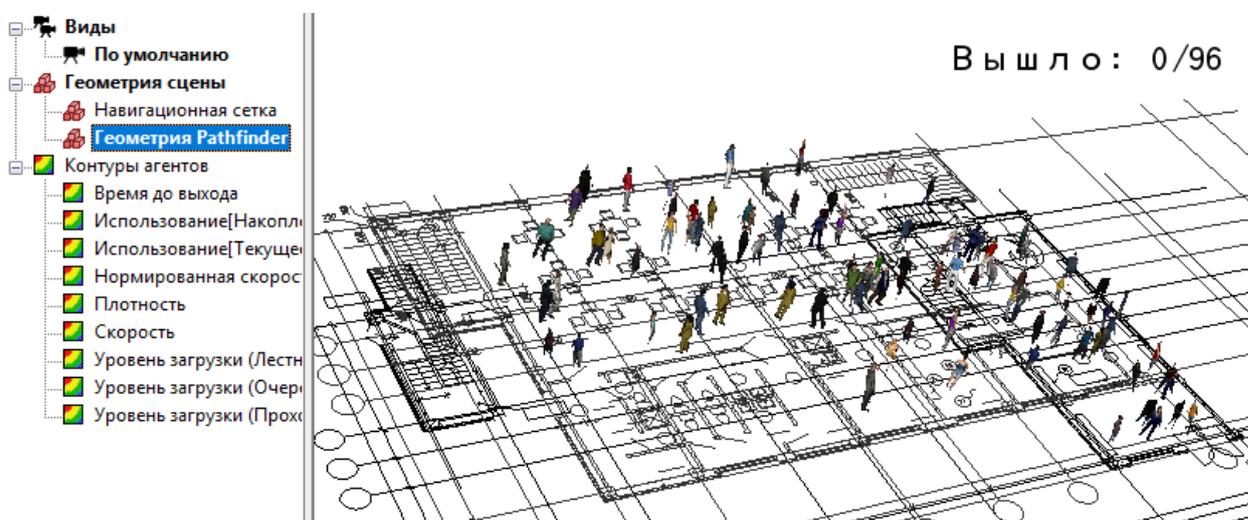


3D-модели людей

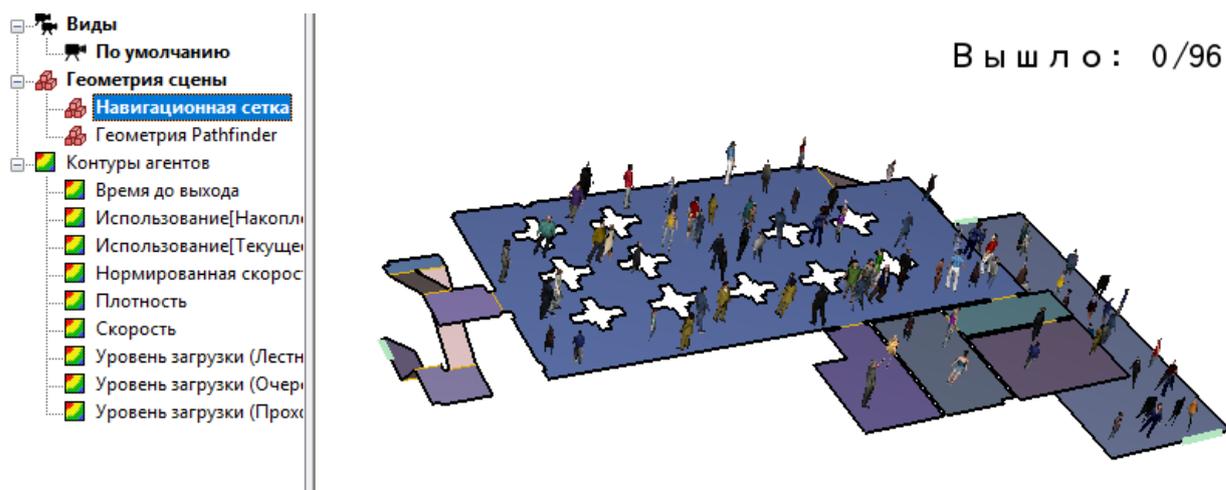


В дереве объектов слева можно выбрать двойным кликом мыши, отображать навигационную или импортированную геометрию, или обе.

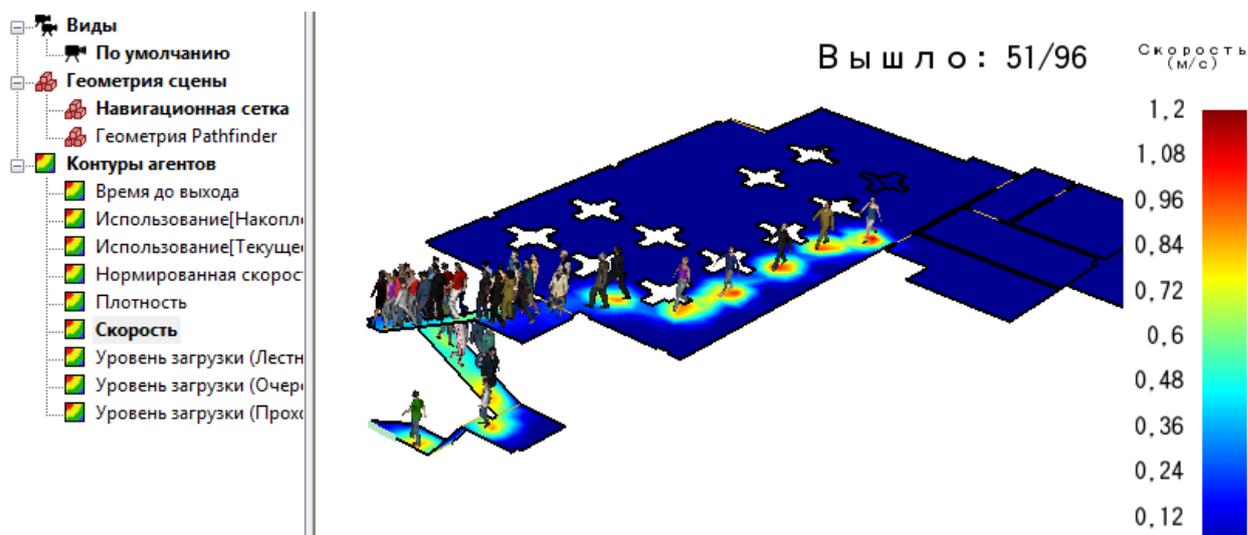
Отображение импортированной геометрии:



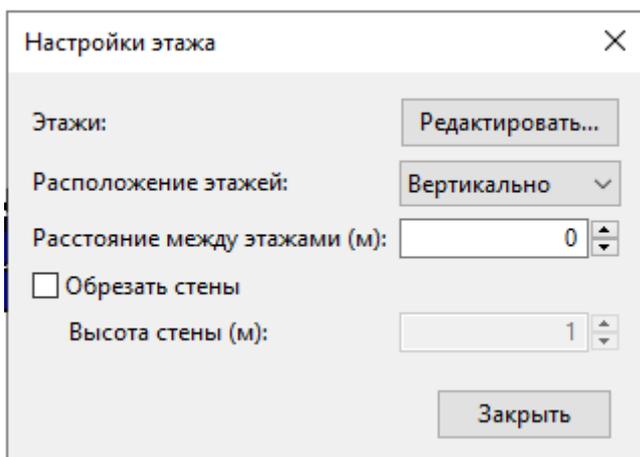
Отображение навигационной сетки поверх импортированной геометрии:



В дереве объектов можно выбрать «Контур агентов», отображающих плотность, скорость и другие параметры с помощью цветowych карт:



Кнопка на панели инструментов  «Редактировать настройки этажа» позволяет размещать этажи здания один над другим или рядом, задавать расстояние между этажами и высоту, на которой будут обрезаны стены импортированной геометрии, а также редактировать отображение этажей.



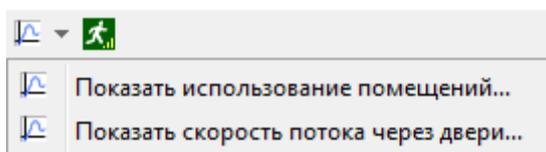
Программа просмотра результатов позволяет загружать и просматривать совместно результаты ОФП и эвакуации, сохранять скриншоты, записывать видео.

Подробнее работа с результатами описана в руководстве пользователя программы результатов.

4.9. Анализ результатов в Pathfinder

В самой программе Pathfinder есть встроенный построитель графиков из результатов расчета.

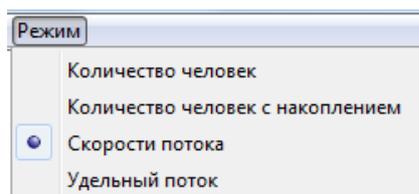
Открыть графики можно либо из меню «Результаты», либо из панели инструментов:



На графике «Использование помещений» можно посмотреть количество оставшихся в помещении людей в каждый момент времени:

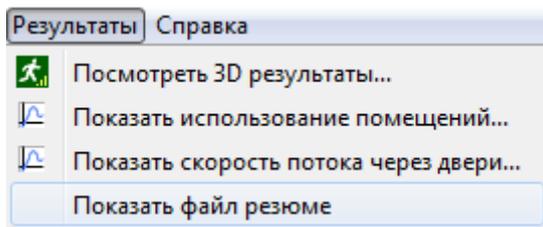


На графике «скорость потока через двери» можно выбрать величину, которую хочется посмотреть:



Для каждой двери (кроме выхода) приведено общее значение прошедших через дверь, а также количество прошедших в дверь в каждом направлении.

Время прохождения контрольной точки (двери) последним человеком можно определить либо по этим графикам, либо из файла резюме:



В файле резюме для каждой двери и каждого помещения указана сводная информация – когда прошел первый человек, когда последний, сколько всего прошло людей и какой был средний поток.

```

***SUMMARY***SUMMARY***SUMMARY***SUMMARY***SUMMARY***
Simulation:          ex2
Mode:               Steering (Flow-limited)
Total occupants:    96
Exit Times (s):
  Min:              6,7
  Max:              188,3
  Average:          95,6
  StdDev:           58,8

[Components] All:   36
[Components] Doors: 19
Triangles:         379
Startup Time:      0,3s
CPU Time:          6,2s
    
```

ROOM/DOOR	FIRST IN (s)	LAST OUT (s)	TOTAL USE (pers)	FLOW AVG. (pers/s)
Этаж 0,0 м->выход из лестницы1		78,2	188,3	68
Этаж 0,0 м->л1 м1	74,5	182,6	68	0,62
л1 м1 дверь 1	76,2	182,6	68	0,64
л1 м1 дверь 2	74,5	177,8	68	0,66
Этаж 0,0 м->л1 пл1	76,2	188,3	68	
Этаж 0,0 м->зал на 1 этаже		0,0	32,9	28
Этаж 0,0 м->выход 1	0,0	0,0	0	
Этаж 0,0 м->выход 2	6,7	32,9	28	1,07
Этаж 0,0 м->л1 пл3	66,3	158,9	68	
Этаж 0,0 м->л1 пл2	71,5	177,8	68	
Этаж 0,0 м->л1 м2	68,5	169,8	68	
л1 м2 дверь 1	71,5	169,8	68	0,69
л1 м2 дверь 2	68,5	158,9	68	0,75
Этаж 0,0 м->л1 м3	63,5	156,0	68	
л1 м3 дверь 1	66,3	156,0	68	0,76
л1 м3 дверь 2	63,5	136,4	68	0,93
Этаж 0,0 м->дверь в лестницу 2		0,0	0,0	0
Этаж 0,0 м->л2 пл1	0,0	0,0	0	
Этаж 0,0 м->л2 пл2	0,0	0,0	0	
Этаж 0,0 м->л2 м1	0,0	0,0	0	
л2 м1 дверь 1	0,0	0,0	0	
л2 м1 дверь 2	0,0	0,0	0	
Этаж 0,0 м->л2 м2	0,0	0,0	0	
л2 м2 дверь 1	0,0	0,0	0	

4.10. Обработка результатов в FireRisk

Результаты расчета можно легко обработать и проанализировать, используя программу FireRisk.

Описание работы в программе приведено в разделе «Работа в FireRisk».

5. Работа в PyroSim

Построение модели в PyroSim и моделирование распространения ОФП выполняется следующими этапами:

1. Создание сетки
2. Построение топологии
3. Создание источника пожара
4. Задание выходных данных
5. Выполнение расчета
6. Просмотр и анализ результатов

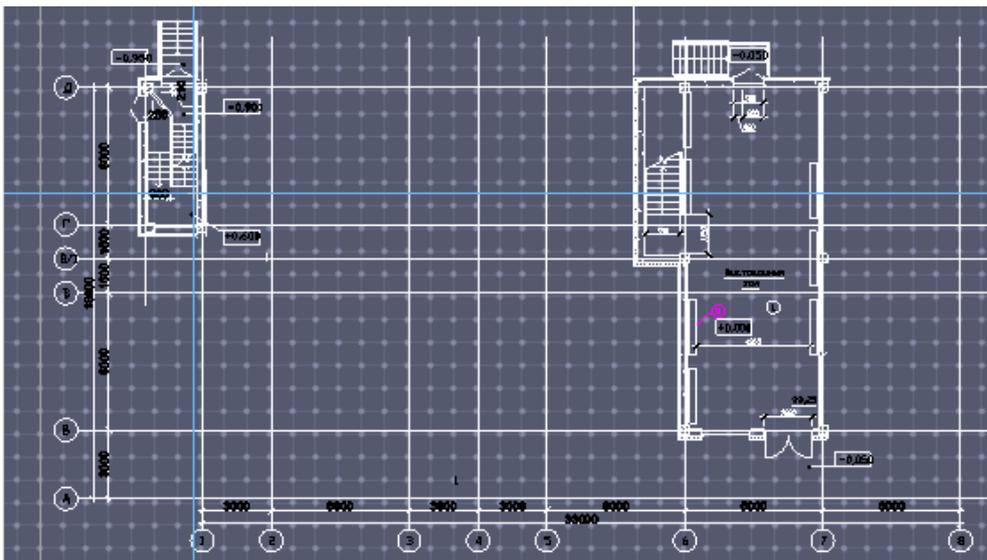
К документу приложен расчетный файл «ex2.psm», в котором можно посмотреть уже полностью созданную модель.

В качестве CAD-файлов использованы файлы «1 этаж.dwg» и «2 этаж.dwg».

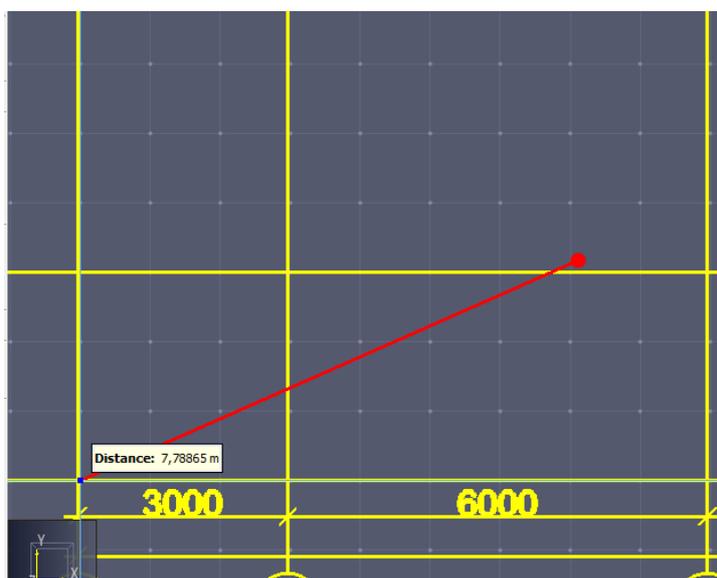
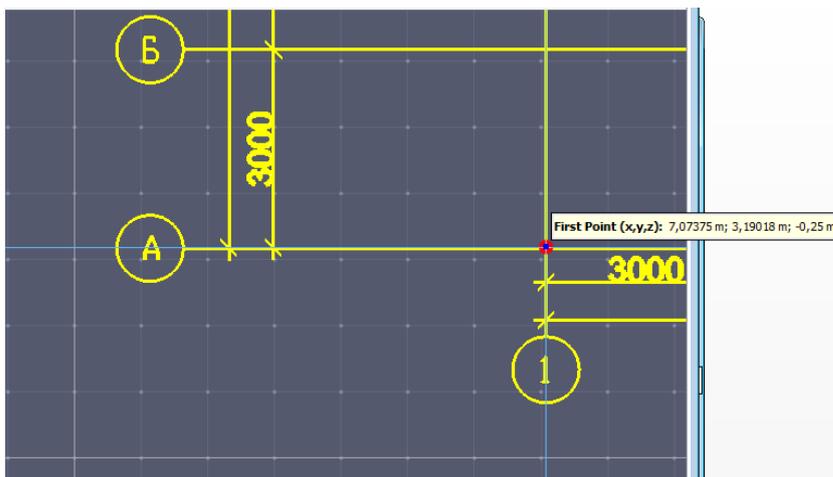
5.1. Импорт CAD-файла

Создадим топологию на основе геометрии из файла CAD.

Импортируем геометрию в модель 



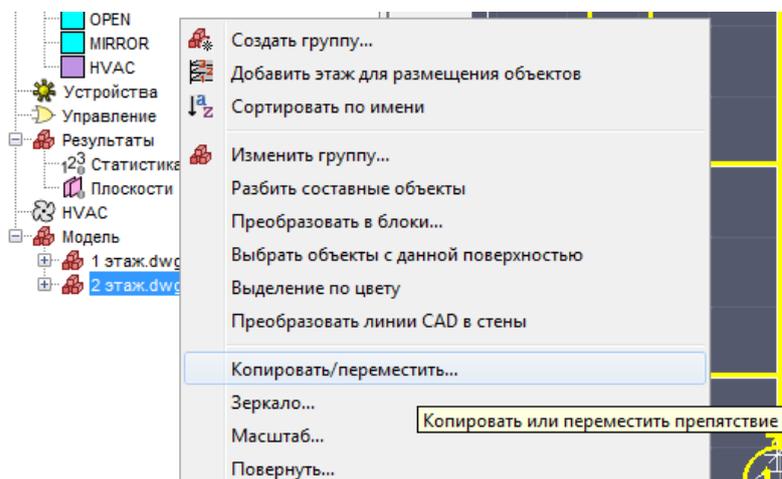
Удобно выбрать начало координат в какой-то известной точке – например, на пересечении осей. Выделим всю геометрию и переместим ее в нужное место с помощью инструмента «переместить»  :

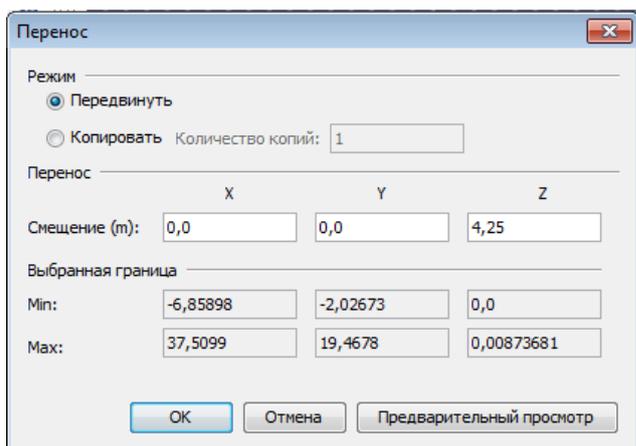


Теперь импортируем геометрию для второго этажа. Не обязательно импортировать все этажи сразу – можно сначала построить всю топологию для одного этажа, затем загрузить второй.

Переместим CAD-файл, чтобы выровнять относительно 1 этажа

Теперь переместим на нужный уровень по оси Z (чтобы совпадало с полом второго этажа):

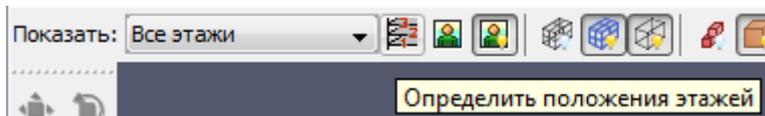




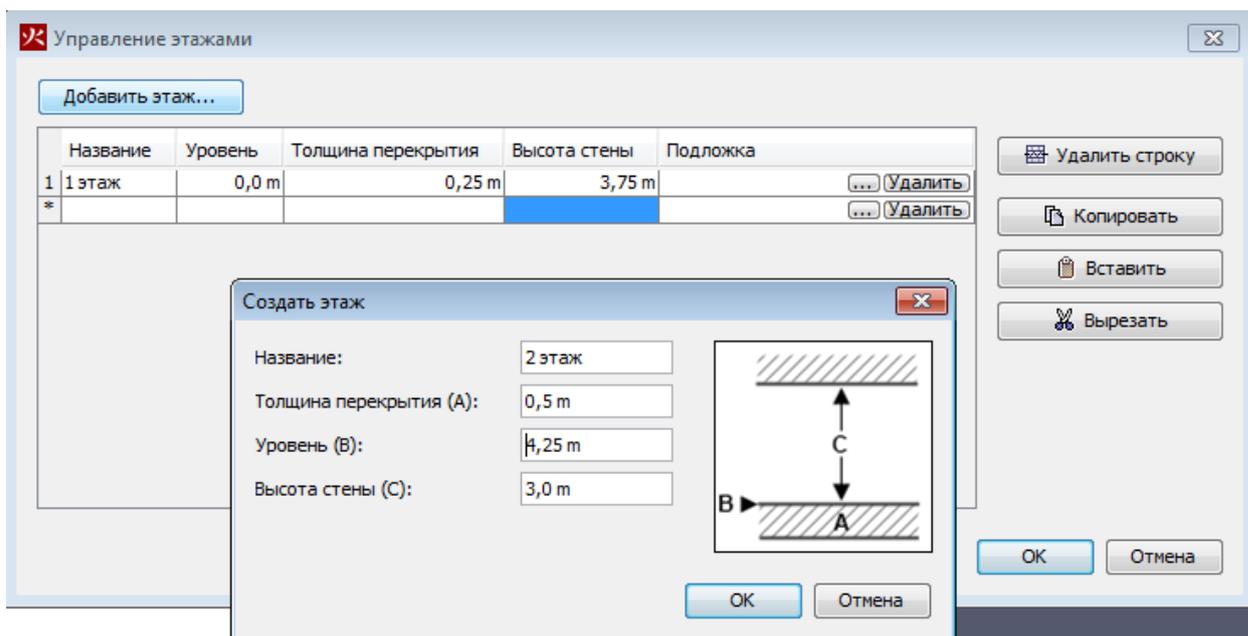
Теперь объекты расположены на своих уровнях.

Зададим этажи. Этаж в PyroSim – это виртуальное понятие, оно не влияет на расположение объектов, и только используется для удобства отображения объектов.

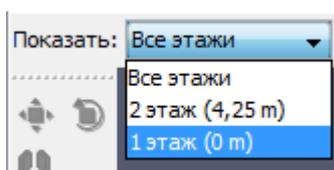
Для отображения этажа на сцене используется селектор на верхней панели:



Кнопка рядом с селектором позволяет установить положение этажей:



Теперь в селекторе можно выбрать, какой этаж отображать на сцене:

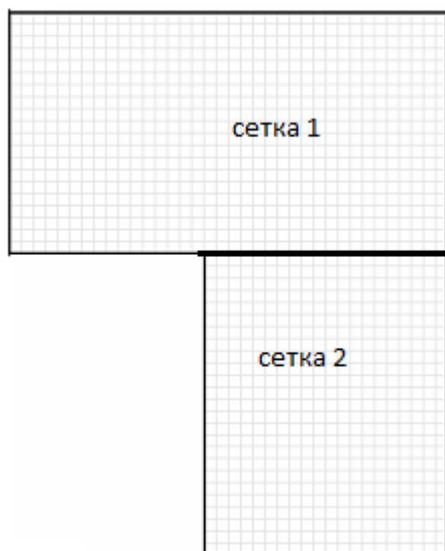


5.2. Создание сетки

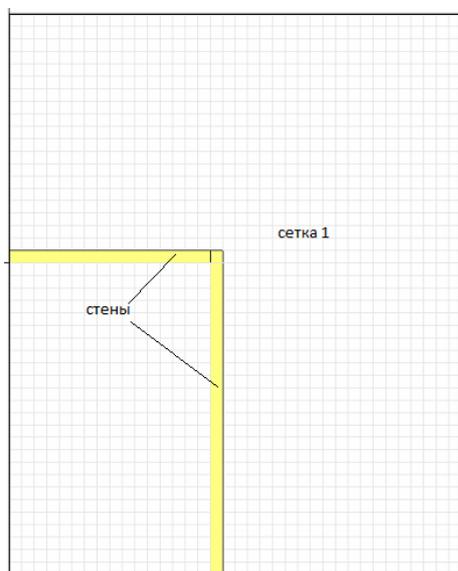
Сетка – прямоугольная область, в которой выполняется расчет. В модели может быть одна или несколько сеток. Все объекты, которые находятся вне сеток, в расчете не участвуют.

Кроме того, что сетка задает границы расчетной области, она также является частью геометрии. С помощью нескольких сеток можно построить сложную топологию, сэкономив этим расчетное пространство.

Например, размещение сеток таким образом:



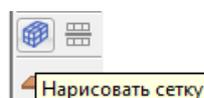
«экономичнее», чем:



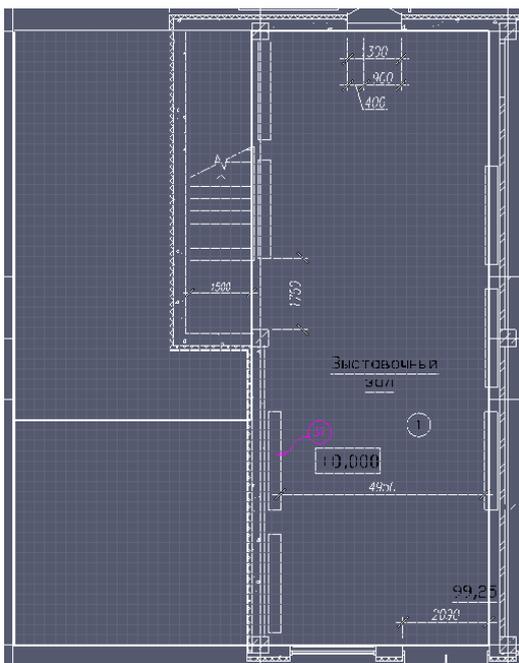
Если в модели несколько сеток, то можно выполнять параллельный расчет, что также экономит время расчета.

Создать сетку можно несколькими способами:

- нарисовав сетку на сцене с помощью инструмента
- выбрав в меню «Модель» - «Редактировать сетки»
- дважды кликнув по разделу «Сетки» в дереве объектов



Выберем 1 этаж и нарисуем сетку инструментом:



(размер сетки выбираем так, чтобы нижний этаж захватывал и открытую лестницу)

Откроем окно редактора сеток и отредактируем сетку так, как нам надо:

Исходные параметры (как нарисовали на глаз)

Граница сетки (м):

Min X:	<input type="text" value="14,6971"/>	Min Y:	<input type="text" value="3,07723"/>	Min Z:	<input type="text" value="-0,25"/>
Max X:	<input type="text" value="26,6971"/>	Max Y:	<input type="text" value="18,3272"/>	Max Z:	<input type="text" value="3,75"/>

Метод разделения:

Ячейки X: Соотношение размеров ячеек: 1,00
Ячейки Y: Соотношение размеров ячеек: 1,00
Ячейки Z: Соотношение размеров ячеек: 1,00

Размер ячейки (м): 0,2500 x 0,2500 x 0,2500
Количество ячеек в сетке: 46848
Полное количество ячеек в модели: 131616

Конечные параметры (как должно быть)

Граница сетки (м):

Min X:	<input type="text" value="15,0"/>	Min Y:	<input type="text" value="3,0"/>	Min Z:	<input type="text" value="0,0"/>
Max X:	<input type="text" value="26,5"/>	Max Y:	<input type="text" value="18,0"/>	Max Z:	<input type="text" value="4,25"/>

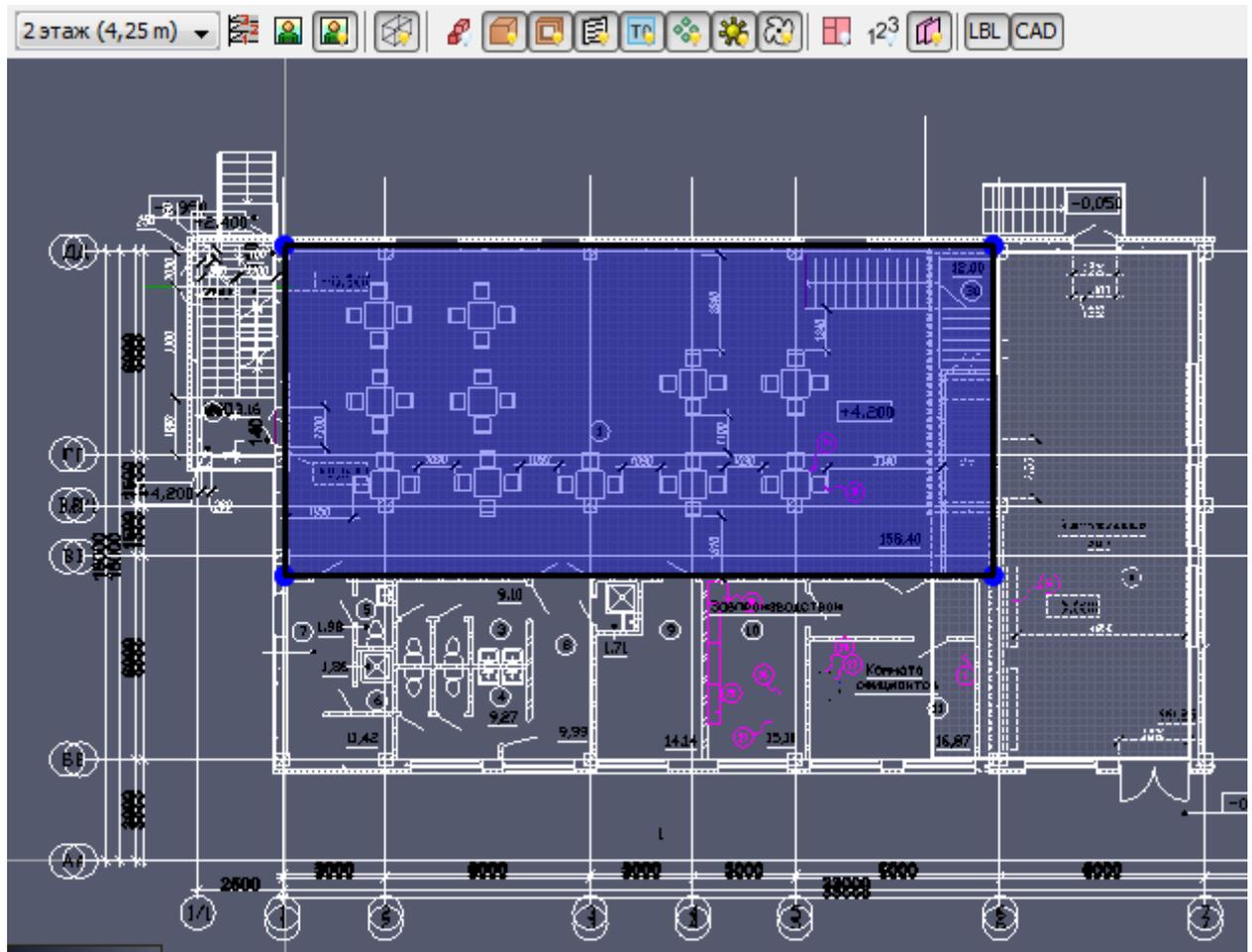
Метод разделения:

Ячейки X: Соотношение размеров ячеек: 1,00
Ячейки Y: Соотношение размеров ячеек: 1,00
Ячейки Z: Соотношение размеров ячеек: 1,00

Размер ячейки (м): 0,25 x 0,25 x 0,25
Количество ячеек в сетке: 46920
Полное количество ячеек в модели: 84768

При задании сеток нужно всегда желательно отталкиваться от выбранного размера ячейки сетки и подбирать размеры сетки кратным ячейкам. Если оставить первый вариант (как нарисовано на сцене), то получим много проблем при попытке выровнять сетки.

Перейдем на второй этаж и нарисуем сетку там:



Исходные параметры:

Проверка выравнивания сеток: **Не пройдена: Не выровнена с MESH**

Граница сетки (m):

Min X:	<input type="text" value="0,00852791"/>	Min Y:	<input type="text" value="8,41674"/>	Min Z:	<input type="text" value="3,75"/>
Max X:	<input type="text" value="20,7585"/>	Max Y:	<input type="text" value="18,1667"/>	Max Z:	<input type="text" value="7,25"/>

Метод разделения:

Ячейки X: Соотношение размеров ячеек: 1,00

Ячейки Y: Соотношение размеров ячеек: 1,00

Ячейки Z: Соотношение размеров ячеек: 1,00

Размер ячейки (m): 0,2500 x 0,2500 x 0,2500

Количество ячеек в сетке: 45318

Полное количество ячеек в модели: 75918

Нужные параметры:

Проверка выравнивания сеток: **Пройдена**

Граница сетки (м):

Min X:	<input type="text" value="0,0"/>	Min Y:	<input type="text" value="8,5"/>	Min Z:	<input type="text" value="4,25"/>
Max X:	<input type="text" value="20,75"/>	Max Y:	<input type="text" value="18,0"/>	Max Z:	<input type="text" value="7,25"/>

Метод разделения:

Ячейки X: Соотношение размеров ячеек: 1,00

Ячейки Y: Соотношение размеров ячеек: 1,00

Ячейки Z: Соотношение размеров ячеек: 1,00

Размер ячейки (м): 0,25 x 0,25 x 0,25

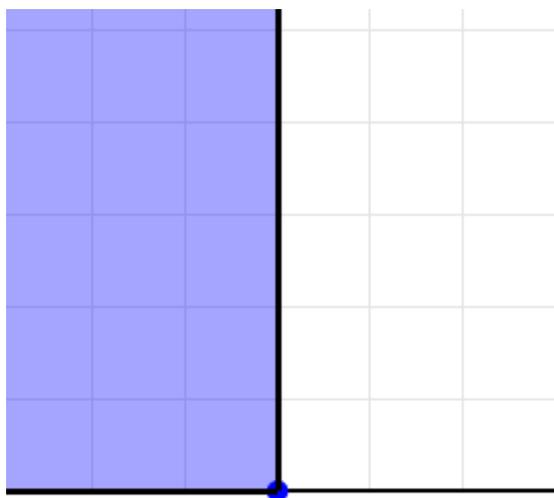
Количество ячеек в сетке: 37848

Полное количество ячеек в модели: 68448

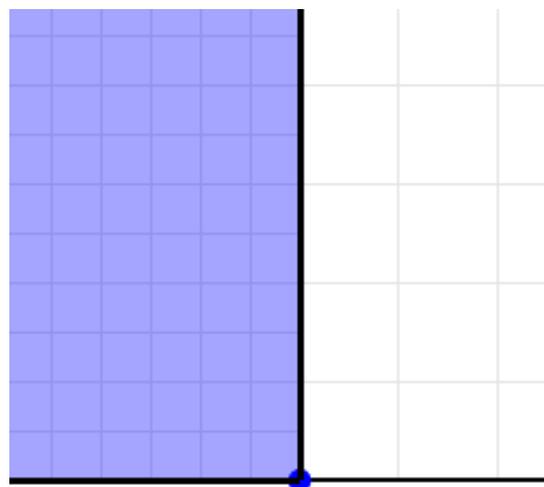
Обратите внимание на пункт «проверка выравнивания сеток». Он обязательно должен быть зеленым с надписью «пройдено». С оранжевой надписью расчет не запустится.

Что такое выравнивание сеток? Это соединение сеток так, чтобы узлы ячеек совпадали.

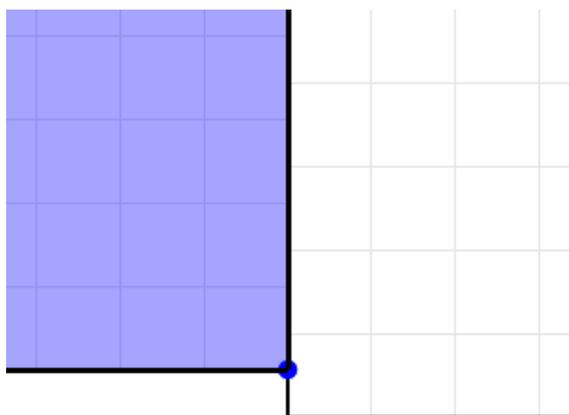
Верно:



Верно:



Неверно:



Необходимо помнить следующие свойства сеток:

- наружная граница сетки имеет свойства поверхности, установленные для поверхности по умолчанию. Обычно это твердая поверхность. Это означает, что не нужно дополнительно рисовать стены у границ сетки. Граница сетки сама по себе является стеной.
- при соединении двух сеток между сетками граница отсутствует. Это означает, что не нужно дополнительно создавать никаких отверстий на границах двух сеток для их соединения между собой – соединение возникает автоматически.

5.3. Создание топологии

Для создания топологии можно использовать следующие инструменты:



- плита
- отверстие в плитке
- стена
- отверстие в стене
- блок
- отверстие в блоке
- вентиляционное отверстие
- помещение

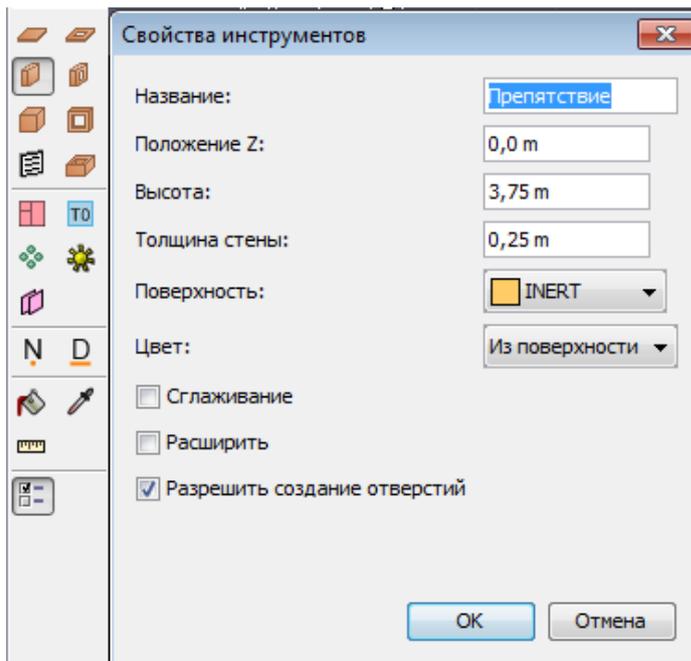
Одинокое нажатие на инструмент  позволяет нарисовать один объект выбранного типа, двойное нажатие на инструмент позволяет зафиксировать инструмент  и нарисовать неограниченное количество объектов.

Если после выбора инструмента нажать кнопку «Свойства инструментов», то откроется окно, в котором можно настроить параметры, с которыми будет работать инструмент:

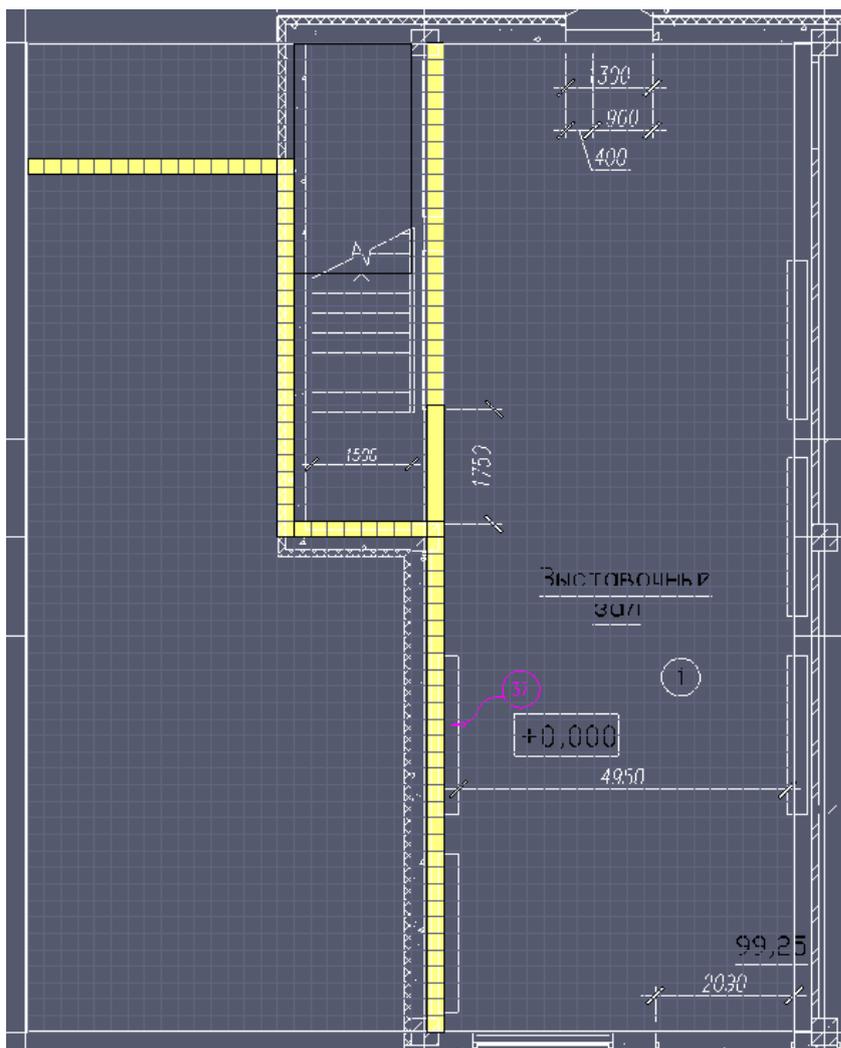


Свойства инструментов

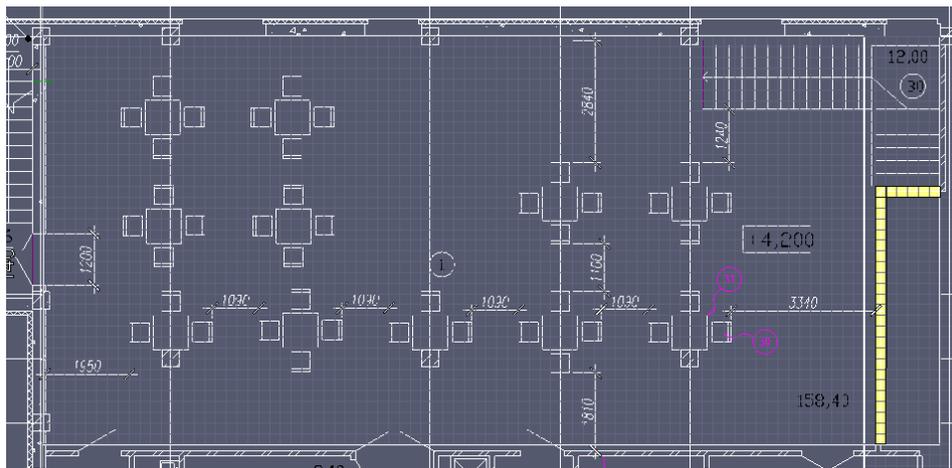
Нарисуем стены  высотой 3,75 метра, толщиной 0,25 метров



На первом этаже

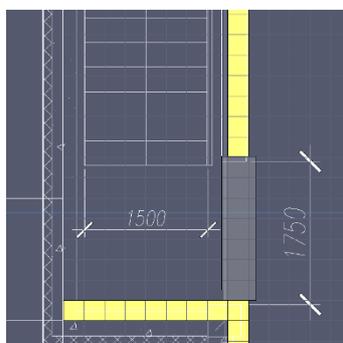


На втором этаже

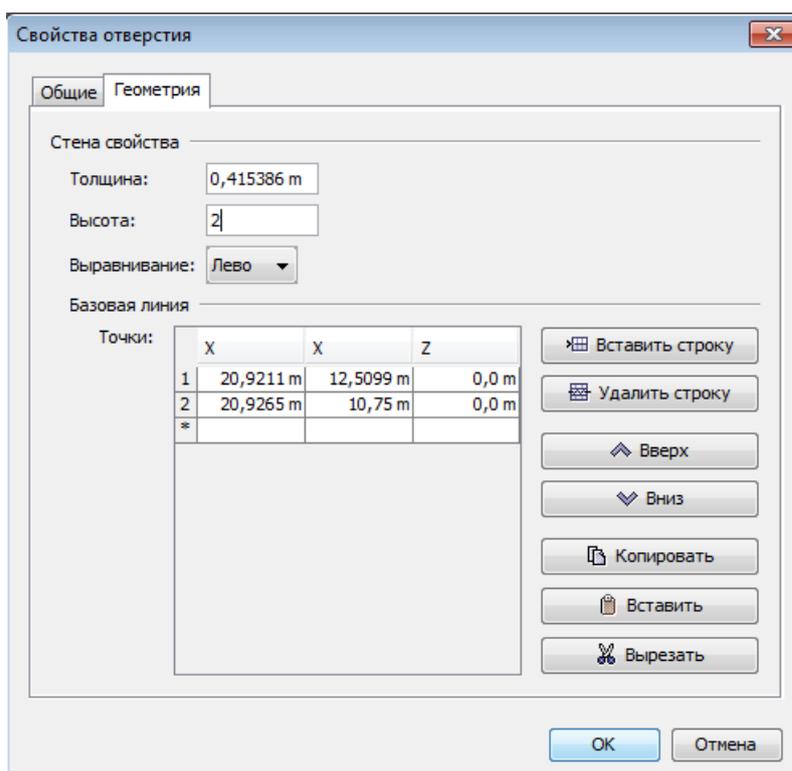


Видно, что стен необходимо создать минимальное количество – в основном роль стен выполняют границы сетки.

Дверей в стенах  и вовсе потребуется одна – на первом этаже перед лестницей:

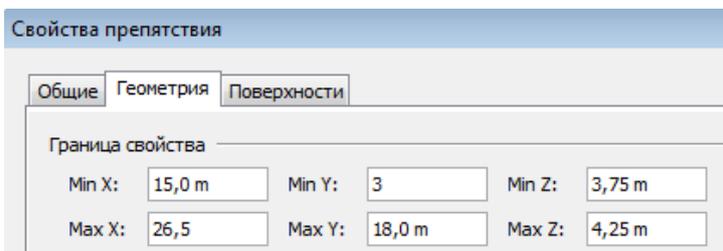
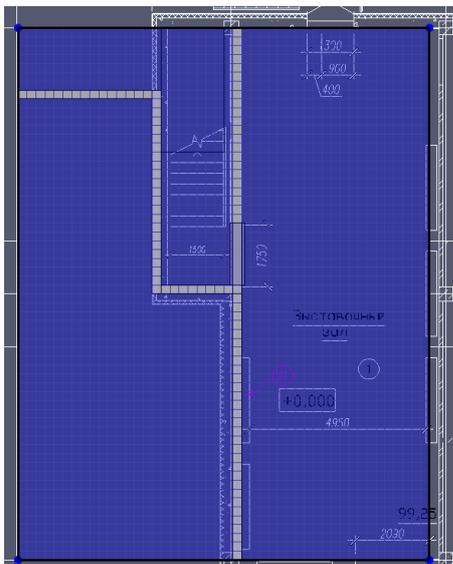


При двойном клике по объекту открывается окно свойств, где можно изменить какие-то свойства:

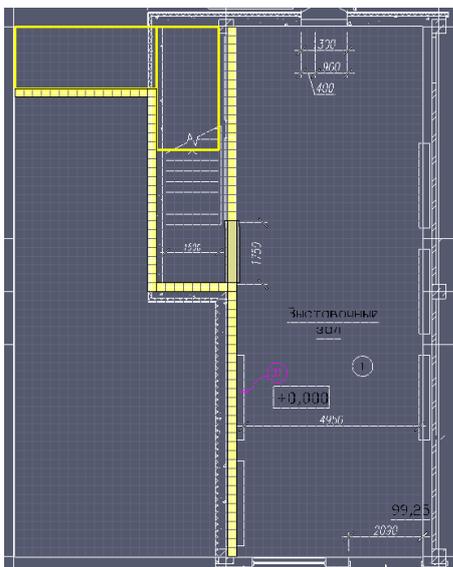


Создадим перекрытие  между этажами:

Поскольку нижняя сетка имеет высоту от пола своего этажа до пола верхнего этажа, то перекрытие нужно задать над ней.

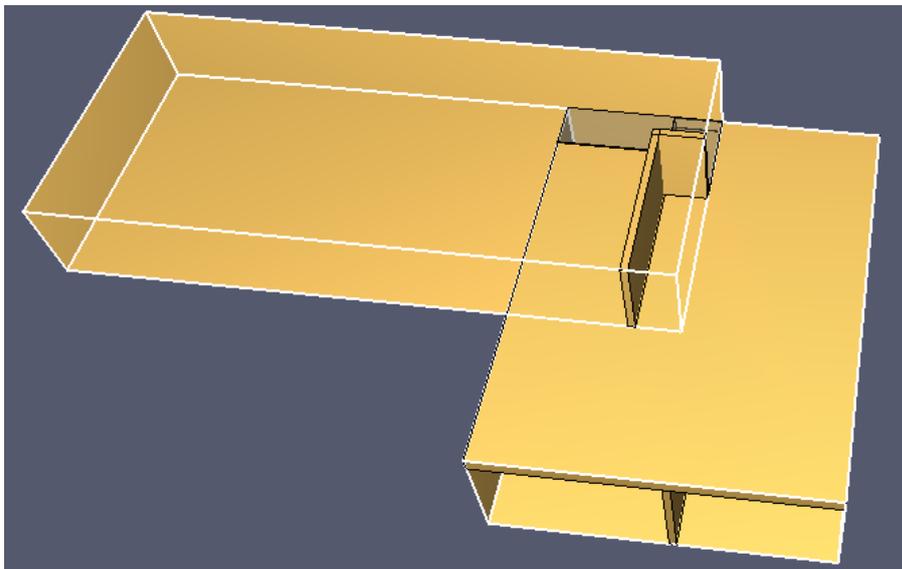


Теперь для открытой лестницы создадим отверстия в перекрытии . Поскольку отверстие может быть только прямоугольной формы, нам потребуется два отверстия:

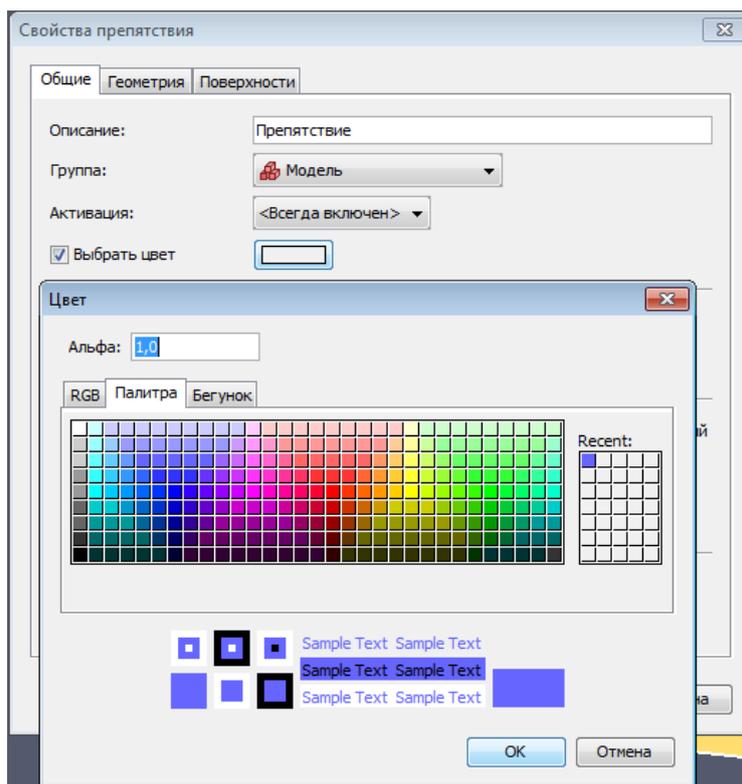


Толщину отверстия задаем чуть больше, чем толщина стены/перекрытия, в котором оно.

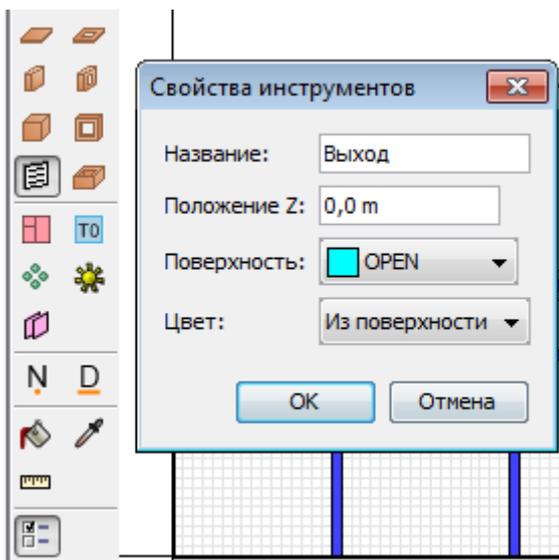
ЗД вид модели (скроем CAD-линии для наглядности)



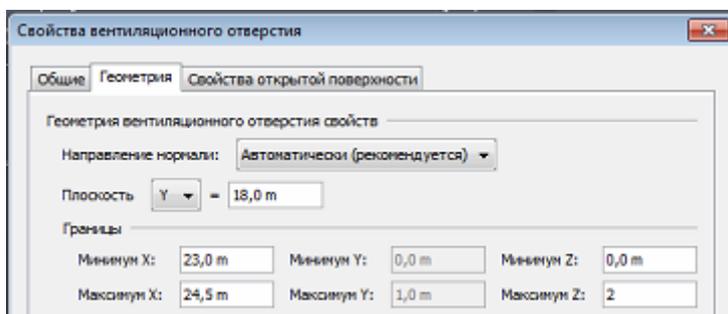
Для наглядности можно разные стены раскрасить в разные цвета (в свойствах объектов):



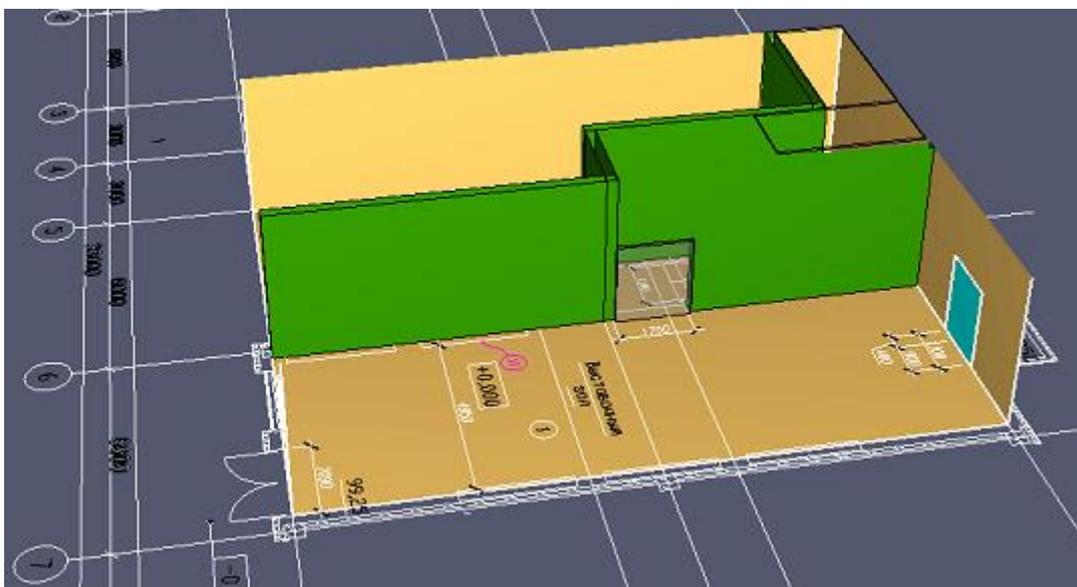
Следующий инструмент – вентиляционное отверстие . С помощью этого инструмента можно создавать окна и двери на границах сетки, вентиляцию и поверхности горения. Создадим двери на границах сетки – такие двери должны иметь поверхность «OPEN».



По двойному щелчку по созданному объекту открываются свойства объекта. Откроем свойства и установим границы по оси Z.



Вид объектов в 3D-виде:

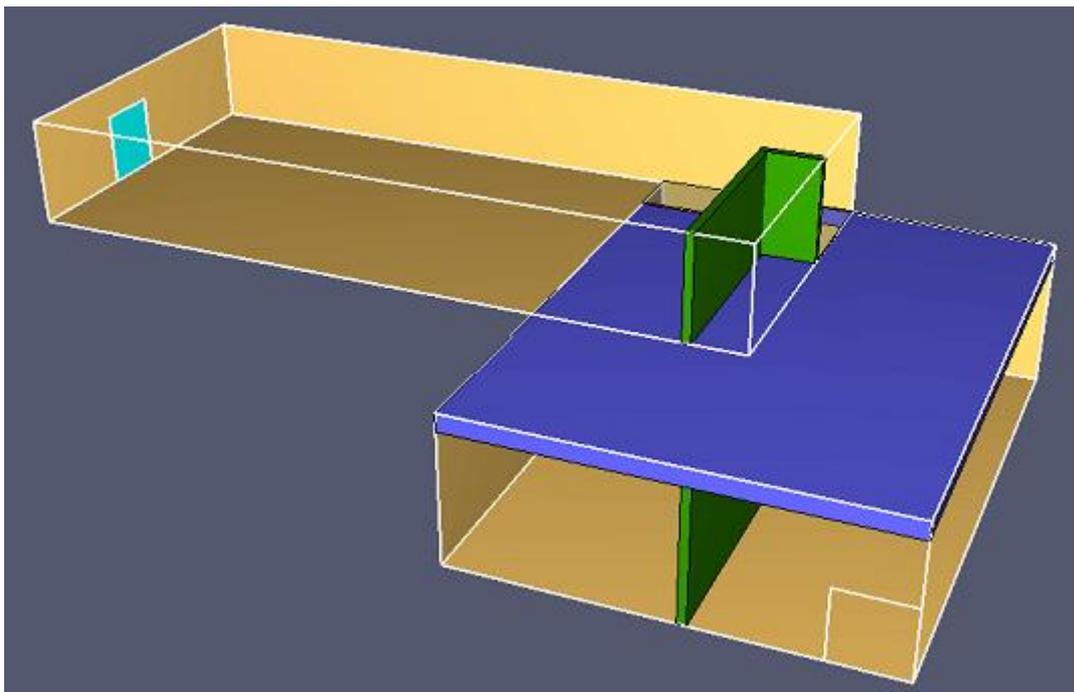


Аналогично создадим второй выход с первого этажа и выход на лестницу на 2 этаже.

Кроме того, создадим на втором этаже вентиляционные отверстия для дымоудаления (см.п.5.5).

Основная топология создана.

Вид объектов в 3D-виде:



5.4. Создание источника пожара

Источник пожара создается в три этапа:

- Создать реакцию
- Создать поверхность
- Создать объект и присвоить ему созданную поверхность

Реакция

Используем реакцию «Мебель: дерево+облицовка». В этой реакции содержится хлор, поэтому задать с помощью простой стехиометрии ее не получится.

В текущей версии PyroSim не поддерживает задание реакций со сложной стехиометрией, но тем не менее их задание возможно (подробности и базы данных - http://www.pyrosim.ru/download/Firecat_FDS_fireload_lib.rar).

Скачайте файл по ссылке и откройте файл «реакции с хлором.txt». Найдите в нем нужную реакцию и скопируйте:

Работа в программном комплексе FireCat для расчета индивидуального пожарного риска Пример «Двухэтажное кафе»

```
реакции с хлором.bt — Блокнот
Файл  Правка  Формат  Вид  Справка
----мебель; дерево+облицовка (0,9+0,1)-----

&SPEC ID = 'fuel', MW = 87.14166/

&SPEC ID = 'NITROGEN', LUMPED_COMPONENT_ONLY = .TRUE. /
&SPEC ID = 'WATER VAPOR', LUMPED_COMPONENT_ONLY = .TRUE. /
&SPEC ID = 'SOOT', LUMPED_COMPONENT_ONLY = .TRUE. /

&SPEC ID='AIR', BACKGROUND=.TRUE.
SPEC_ID(1)='OXYGEN', VOLUME_FRACTION(1)=1,
SPEC_ID(2)='NITROGEN', VOLUME_FRACTION(2)=3.7619/

&SPEC ID='PRODUCTS',
SPEC_ID(1)='SOOT', VOLUME_FRACTION(1)= 0.0701,
SPEC_ID(2)='CARBON DIOXIDE', VOLUME_FRACTION(2)= 3.0683,
SPEC_ID(3)='CARBON MONOXIDE', VOLUME_FRACTION(3)= 0.1141,
SPEC_ID(4)='HYDROGEN CHLORIDE', VOLUME_FRACTION(4)=0.0086,
SPEC_ID(5)='WATER VAPOR', VOLUME_FRACTION(5)= 3.3272,
SPEC_ID(6)='NITROGEN', VOLUME_FRACTION(6)= 13.1917/

&REAC FUEL='fuel', HEAT_OF_COMBUSTION=14400, SPEC_ID_NU='fuel','AIR','PRODUCTS', NU=-1,-3.5067,1,
REAC_MASS_ERROR=1/
```

Теперь в окне PyroSim перейдите на вкладку «Текстовый вид» и вставьте скопированные записи в раздел «Дополнительные записи»:

```
PyroSim - "C:\Users\Контакты\Dropbox\Pyro_Path\закончено\пример 2\ex2.psm
Файл  Редактировать  Модель  Устройство  Еvas  Выходные данные  FDS  Вид  Справка

Записи модели (только чтение):
&TIME T_END=300.0/
&DUMP DT_RESTART=300.0/

&MESH ID='MESH', IJK=47,60,17, XB=15.0,26.75,3.0,18.0,0.0,4.25/
&MESH ID='MESH01', IJK=83,38,12, XB=0.0,20.75,8.5,18.0,4.25,7.25/

&SPEC ID='CARBON DIOXIDE', LUMPED_COMPONENT_ONLY=.TRUE., LUMPED_COMPONENT_ONLY=.TRUE./
&SPEC ID='HYDROGEN CHLORIDE', LUMPED_COMPONENT_ONLY=.TRUE./
&SPEC ID='CARBON MONOXIDE', LUMPED_COMPONENT_ONLY=.TRUE./
&SPEC ID='OXYGEN', LUMPED_COMPONENT_ONLY=.TRUE., LUMPED_COMPONENT_ONLY=.TRUE./

&DEVC ID='1-1-T', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=23.75,17.75,1.75/
&DEVC ID='1-1-vis', QUANTITY='VISIBILITY', XYZ=23.75,17.75,1.75/
&DEVC ID='1-1-AT', QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', XYZ=23.75,17.75,1.75/
&DEVC ID='1-1-co2', QUANTITY='DENSITY', SPEC_ID='CARBON DIOXIDE', XYZ=23.75,17.75,1.75/
&DEVC ID='1-1-hcl', QUANTITY='DENSITY', SPEC_ID='HYDROGEN CHLORIDE', XYZ=23.75,17.75,1.75/
&DEVC ID='1-1-co', QUANTITY='DENSITY', SPEC_ID='CARBON MONOXIDE', XYZ=23.75,17.75,1.75/
&DEVC ID='1-1-o2', QUANTITY='DENSITY', SPEC_ID='OXYGEN', XYZ=23.75,17.75,1.75/
&DEVC ID='1-2-o2', QUANTITY='DENSITY', SPEC_ID='OXYGEN', XYZ=25.5,3.25,1.75/
&DEVC ID='1-2-hcl', QUANTITY='DENSITY', SPEC_ID='HYDROGEN CHLORIDE', XYZ=25.5,3.25,1.75/
&DEVC ID='1-2-T', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=25.5,3.25,1.75/
&DEVC ID='1-2-vis', QUANTITY='VISIBILITY', XYZ=25.5,3.25,1.75/
&DEVC ID='1-2-AT', QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', XYZ=25.5,3.25,1.75/
&DEVC ID='1-2-co2', QUANTITY='DENSITY', SPEC_ID='CARBON DIOXIDE', XYZ=25.5,3.25,1.75/
&DEVC ID='1-2-co', QUANTITY='DENSITY', SPEC_ID='CARBON MONOXIDE', XYZ=25.5,3.25,1.75/
&DEVC ID='1-3-co', QUANTITY='DENSITY', SPEC_ID='CARBON MONOXIDE', XYZ=21.75,11.5,1.75/
&DEVC ID='1-3-hcl', QUANTITY='DENSITY', SPEC_ID='HYDROGEN CHLORIDE', XYZ=21.75,11.5,1.75/
&DEVC ID='1-3-o2', QUANTITY='DENSITY', SPEC_ID='OXYGEN', XYZ=21.75,11.5,1.75/
&DEVC ID='1-3-T', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=21.75,11.5,1.75/
&DEVC ID='1-3-vis', QUANTITY='VISIBILITY', XYZ=21.75,11.5,1.75/
&DEVC ID='1-3-AT', QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', XYZ=21.75,11.5,1.75/
&DEVC ID='1-3-co2', QUANTITY='DENSITY', SPEC_ID='CARBON DIOXIDE', XYZ=21.75,11.5,1.75/
&DEVC ID='2-1-T', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=0.5,12.75,6.0/
&DEVC ID='2-1-vis', QUANTITY='VISIBILITY', XYZ=0.5,12.75,6.0/

Дополнительные записи:
&SPEC ID = 'fuel', MW = 87.06214/

&SPEC ID = 'NITROGEN', LUMPED_COMPONENT_ONLY = .TRUE. /
&SPEC ID = 'WATER VAPOR', LUMPED_COMPONENT_ONLY = .TRUE. /
&SPEC ID = 'SOOT', LUMPED_COMPONENT_ONLY = .TRUE. /

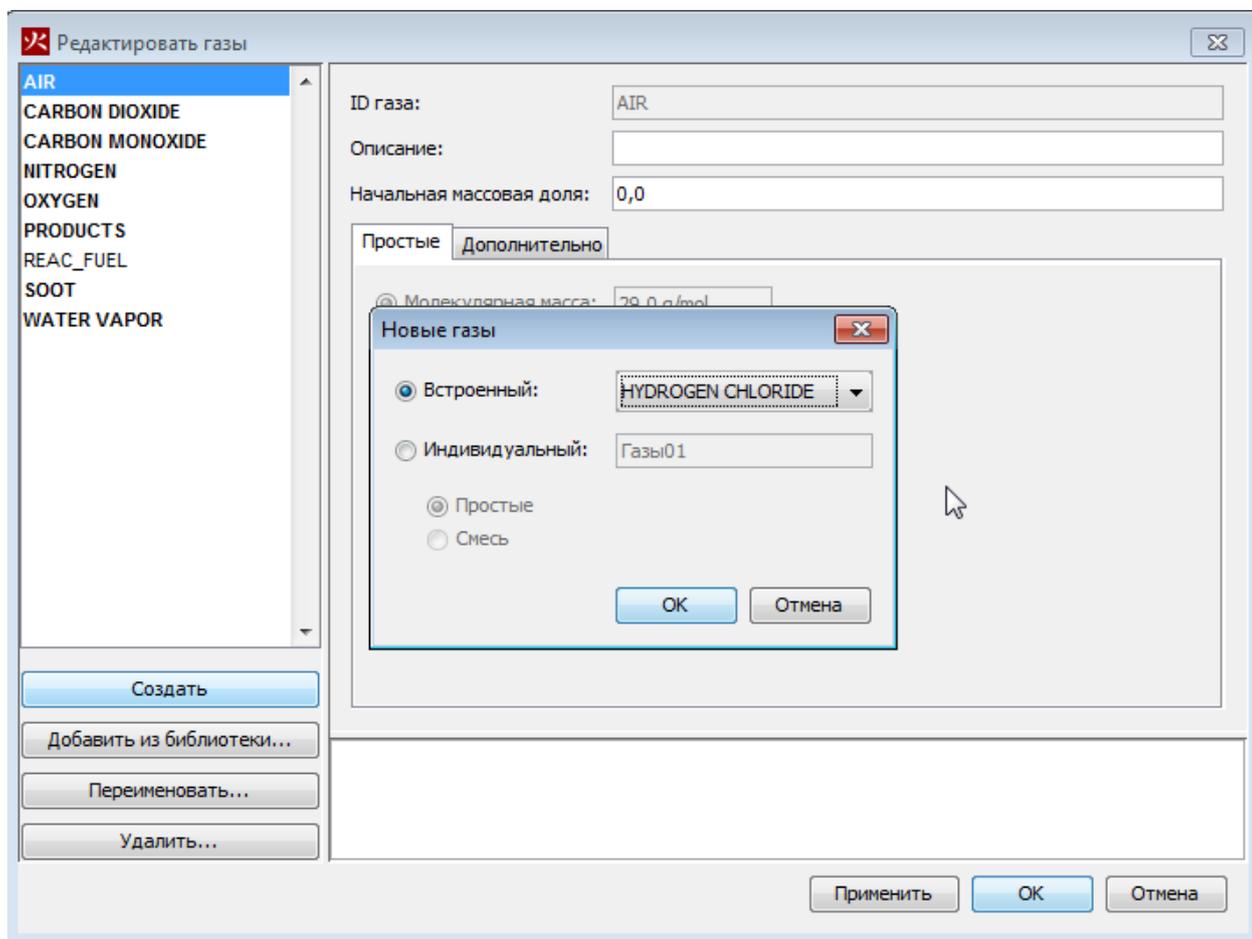
&SPEC ID='AIR', BACKGROUND=.TRUE.
SPEC_ID(1)='OXYGEN', VOLUME_FRACTION(1)=1,
SPEC_ID(2)='NITROGEN', VOLUME_FRACTION(2)=3.7619/

&SPEC ID='PRODUCTS',
SPEC_ID(1)='HYDROGEN CHLORIDE', VOLUME_FRACTION(1)=0.0086,
SPEC_ID(2)='WATER VAPOR', VOLUME_FRACTION(2)=3.3272,
SPEC_ID(3)='CARBON MONOXIDE', VOLUME_FRACTION(3)=0.1141,
SPEC_ID(4)='CARBON DIOXIDE', VOLUME_FRACTION(4)=3.0683,
SPEC_ID(5)='SOOT', VOLUME_FRACTION(5)=0.0701,

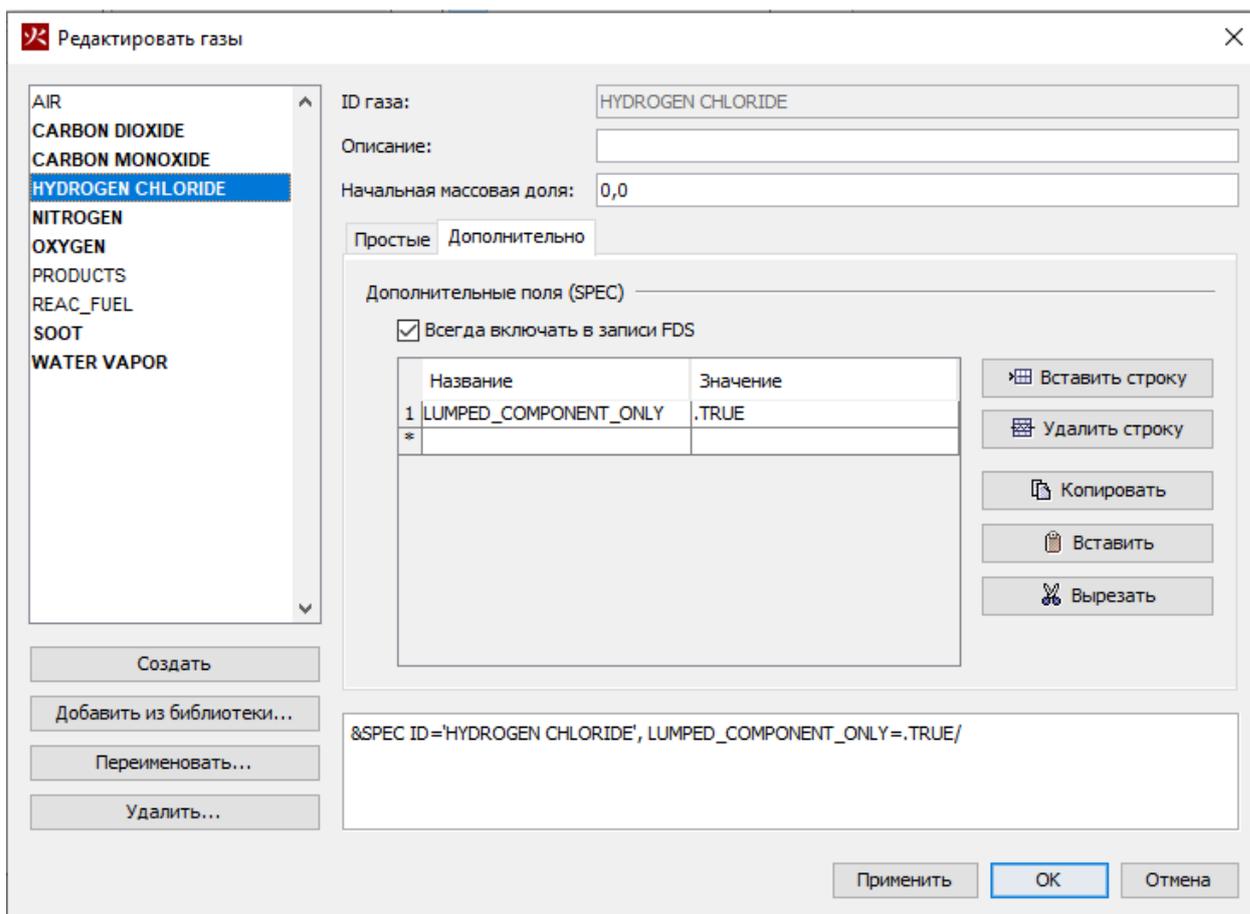
3D вид  2D вид  Текстовый вид
```

Теперь убедитесь, что в разделе «Реакции» нет активных реакций. Если реакции есть, удалите их или сделайте неактивными.

В меню «Модель» выберите «Редактировать газы», нажмите кнопку «Создать» и в списке выберите газ HYDROGEN CHLORIDE (HCl).



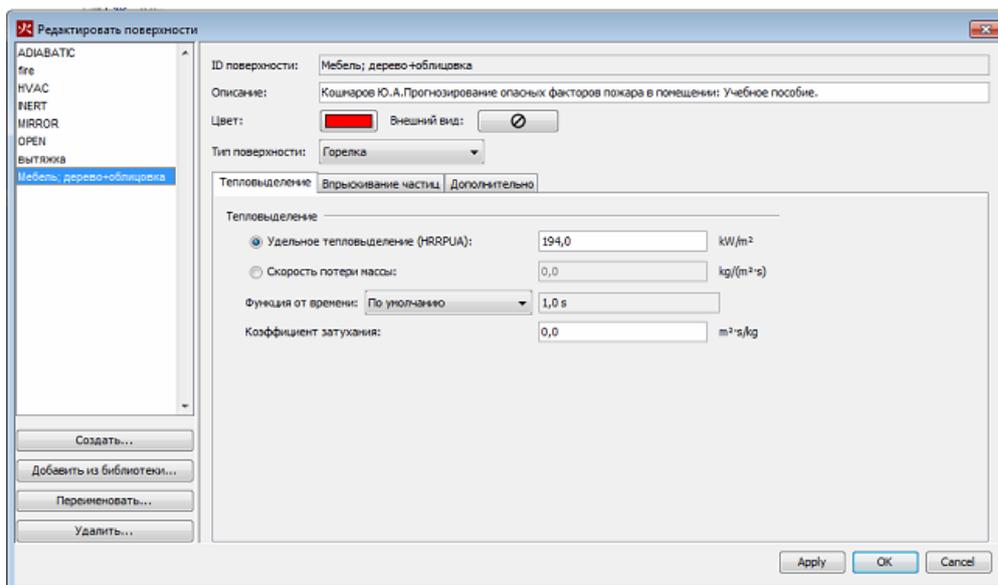
В этом же окне для газов CARBON DIOXIDE (CO₂), CARBON MONOXIDE (CO), OXYGEN (O₂) и HYDROGEN CHLORIDE (HCl) на вкладке «Дополнительно» напишите в столбце «название» **LUMPED_COMPONENT_ONLY**, а в столбце «значение» **.TRUE**, а также установите галочку «Всегда включать в записи FDS».



Теперь реакция задана.

Поверхность

Создадим поверхность типа «горелка» (добавим из библиотеки):

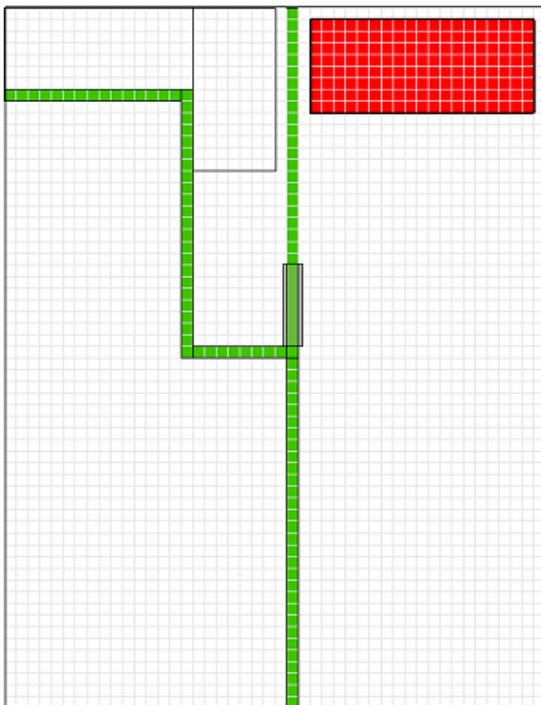


Удельное тепловыделение – 194 кВт/м².

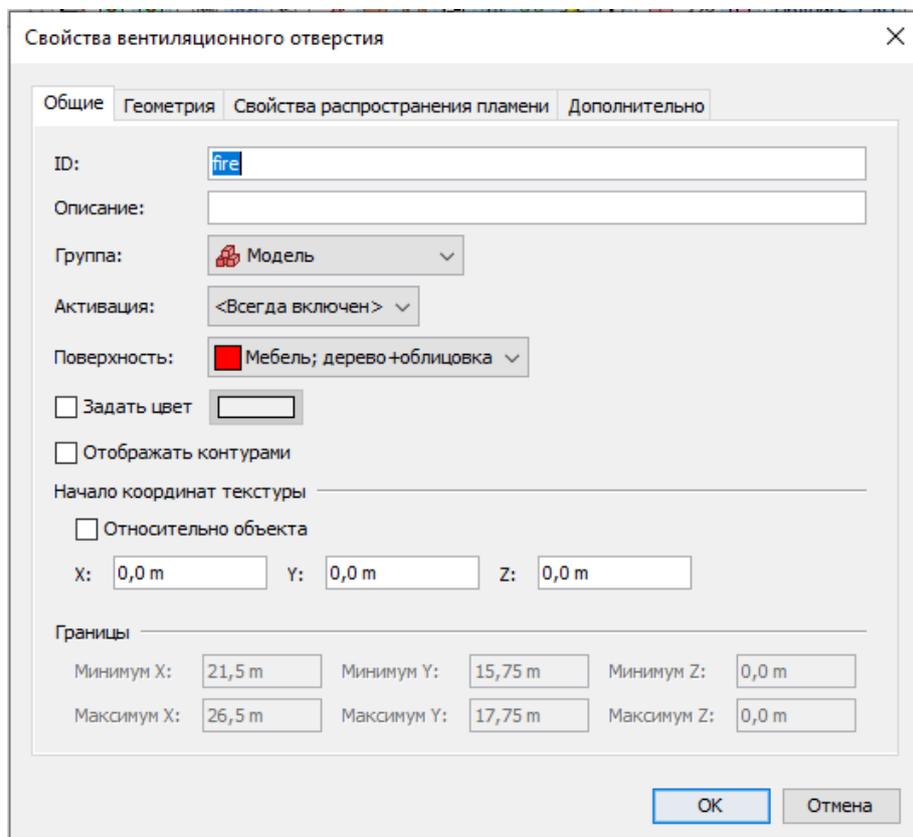
Объект

Пусть поверхность горения моделирует вентиляционное отверстие, расположенное на одном из ранее созданных препятствий.

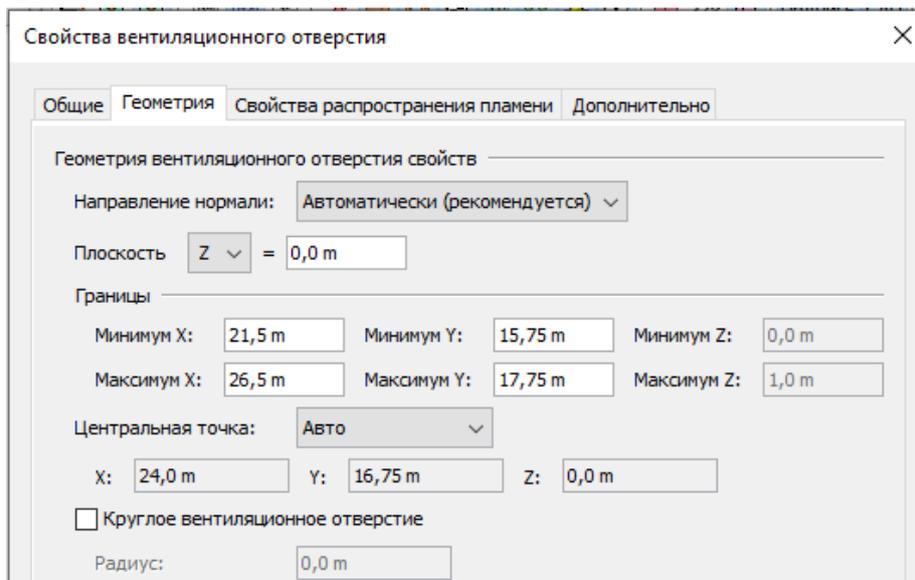
Создадим вентиляционное отверстие в нужном месте:



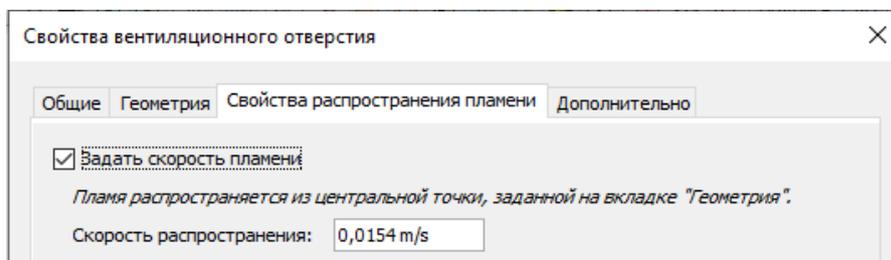
Создадим вентиляционное отверстие в нужном месте и зададим поверхность горения:



На вкладке «Геометрия» нужно указать точку начала распространения пламени («Центральная точка»):



На вкладке “Свойства распространения пламени” нужно задать линейную скорость распространения пламени:



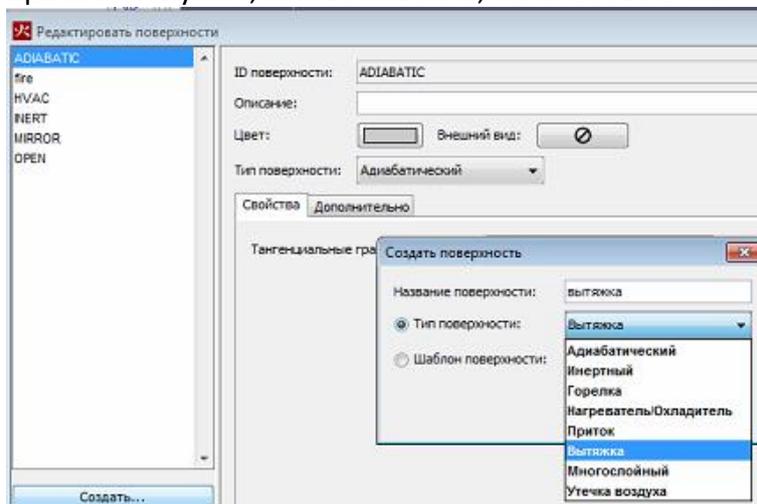
5.5. Создание вентиляции

Чтобы создать вентиляцию, требуется три этапа:

- Создать поверхность
- Создать объект и присвоить ему созданную поверхность
- Создать устройство управления для включения объектов

Поверхность

Создадим поверхность типа «вытяжка» для создания вытяжной вентиляции (для создания приточной нужно, соответственно, использовать тип «приток»)

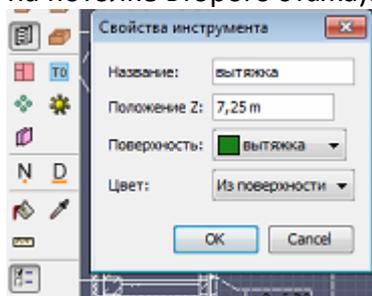


Зададим постоянный объемный поток:

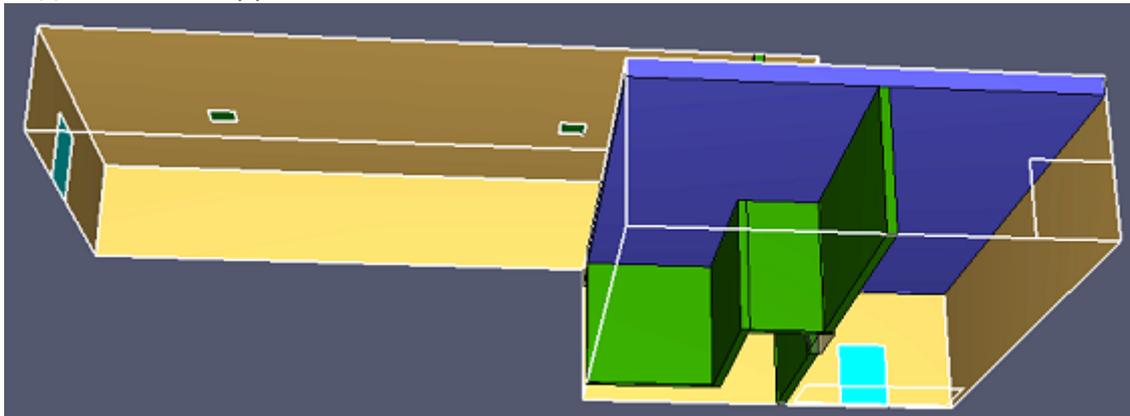
Теперь любой объект, к которому будет применена эта поверхность, будет иметь объемный поток 3 м³/с.

Объекты

Теперь создадим вентиляционные отверстия (аналогично, как создавали двери в п.***, но на потолке второго этажа):

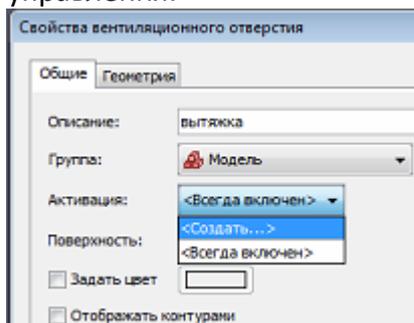


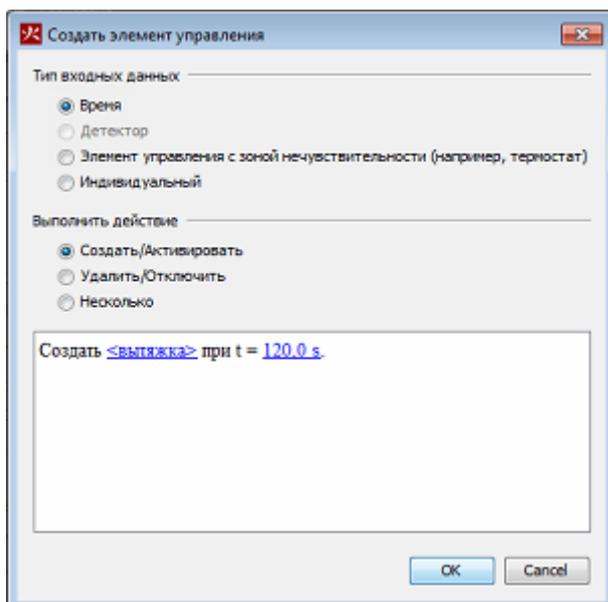
Вид объектов в 3Д:



Управление

Если не задавать никаких устройств управления, то вентиляция начнет работать сразу при начале моделирования. Чтобы изменить время начала работы, используем устройство управления:

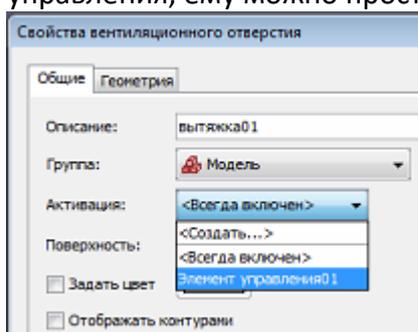




Создадим вытяжку через 2 минуты после начала моделирования.

Также можно использовать датчики, если они есть в модели (т.е. когда срабатывает датчик, начинается работа вентиляции).

Для второго вентиляционного отверстия не нужно создавать дополнительный элемент управления, ему можно просто присвоить только что созданный:



5.6. Создание измерителей-датчиков

Для измерения опасных факторов пожара в отдельных точках можно использовать измерители в газовой фазе. Их можно создать либо с помощью инструмента «Нарисовать устройство» , либо через меню «Устройства» - «Создать измеритель в газовой фазе».

Создадим измеритель температуры с названием «1-Т», на высоте 1,7 метров над уровнем пола.

Измеритель в газовой фазе

Свойства Дополнительно

Название: 1-1-T

Фиксация значений: Никогда

Величина: Температура

Задать значение: 0,0 °C

Переключить один раз

Изначально активирован

Положение X: 23,75 m Y: 17,75 m Z: 1,7 m

Ориентация X: 0,0 Y: 0,0 Z: -1,0

Вращение: 0,0 °

&EVC ID='1-1-T', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=23.75,17.75,1.7/

OK Отмена

Скопируем измеритель в дерево объектов нужное количество раз и зададим им измерение величин: температура, видимость, поток излучения от газа, плотность угарного газа (CARBON MONOXIDE), плотность углекислого газа (CARBON DIOXIDE), плотность кислорода (OXYGEN), плотность хлористого водорода (HYDROGEN CHLORIDE).

Для измерителей газов:

Измеритель в газовой фазе

Название: 1-1-co

Величина: Температура

Задать

Переключить один раз

Изначально активирован

Положение: 1,75 m

Ориентация: Видимость

Вращение: вязкость

OK Cancel

Измеритель в газовой фазе

Название: 1-1-co

Величина: Плотность

Газы: CARBON MONOXIDE

Задать

Переключить один раз

Изначально активирован

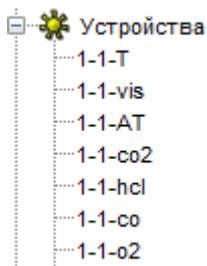
Положение: 1,75 m

Ориентация X: 0,0 Y: 0,0 Z: -1,0

Вращение: 0,0 °

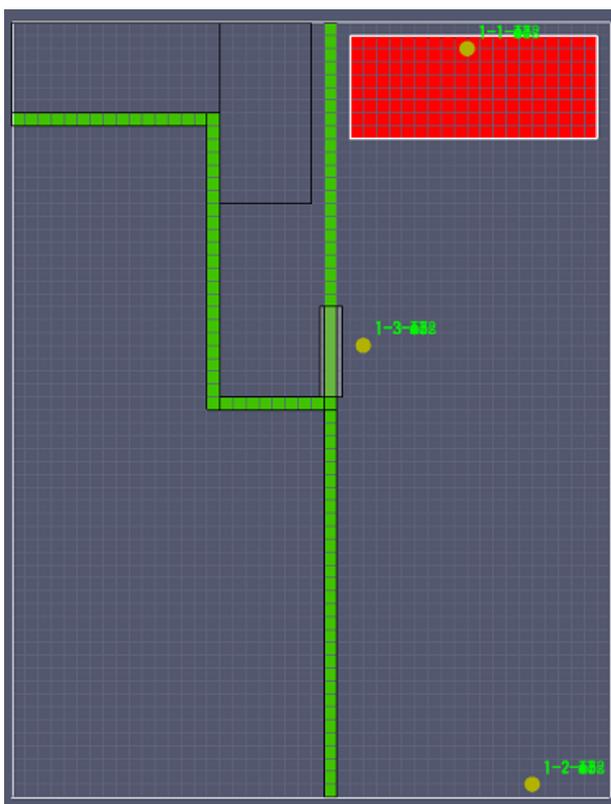
OK Cancel

Теперь в одной геометрической точке находится 7 устройств.



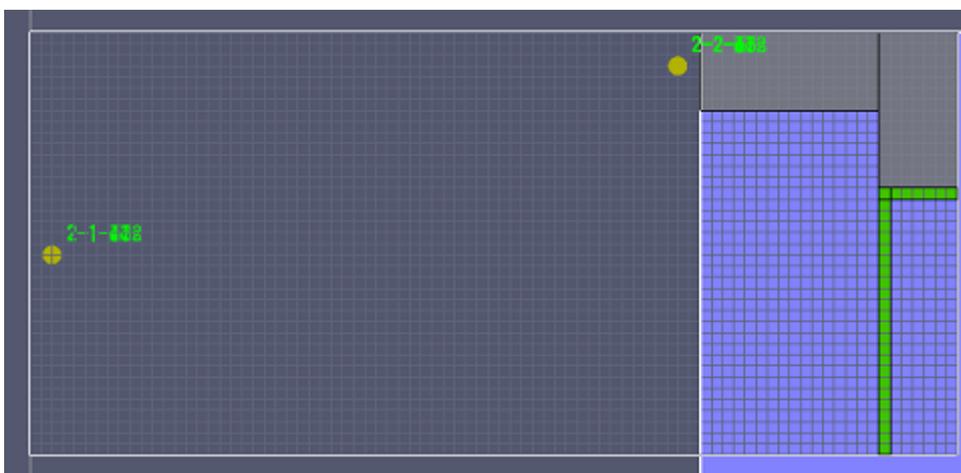
После этого выберем все измерители, скопируем их в нужные места модели и переименуем, чтобы отличать точки друг от друга.

1 этаж



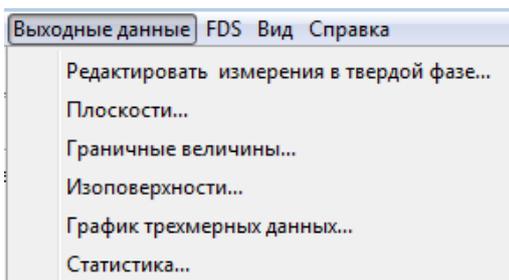
2 этаж

(при копировании на 2 этаж нужно изменять координату Z – высота пола второго этажа +1,75 = 6)



5.7. Создание плоскостей для визуализации ОФП

Для визуализации полученных данных в PyroSum существует несколько различных типов данных:



Особенно удобно для визуализации распространения ОФП использовать «плоскости» - сечение расчетного домена, в котором отображаются выбранные величины.

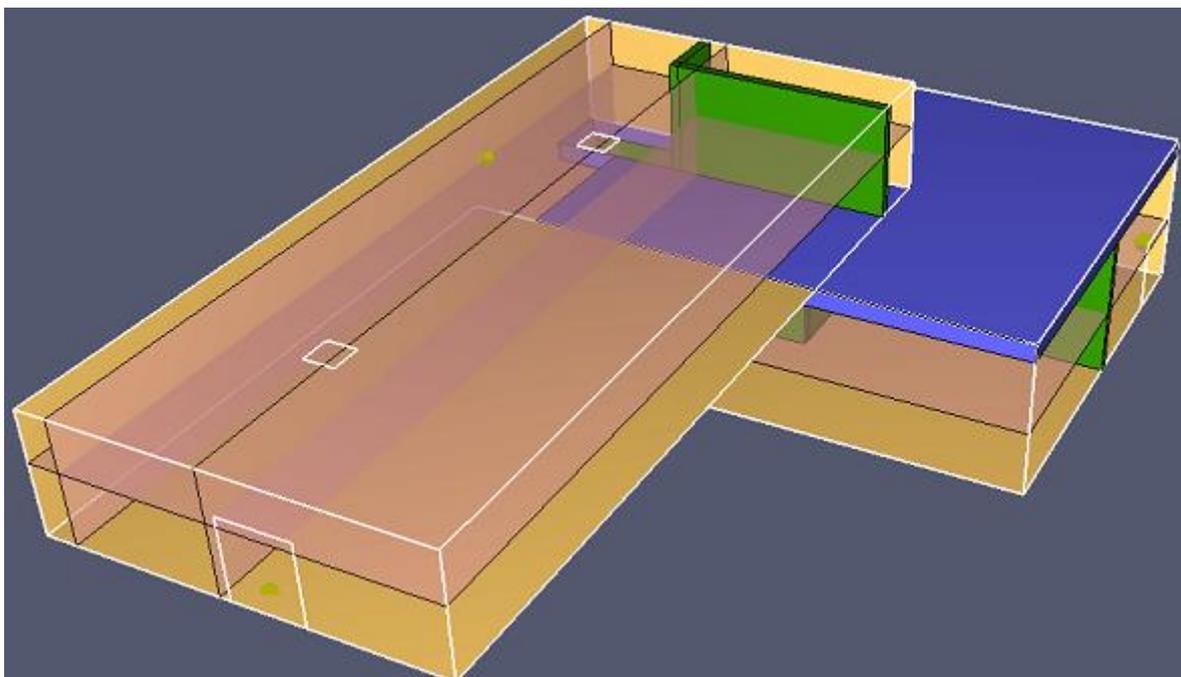
Для создания плоскости необходимо задать, перпендикулярно к какой оси она проходит, в какой точке пересекает ось, какую величину измеряет, и показывать ли в данной плоскости только скалярные величины или и векторные тоже.

Чтобы в FireRisk можно было построить поля вероятности эвакуации и индивидуального пожарного риска, необходимо создать шесть плоскостей на высоте рабочей зоны каждого этажа: температура, видимость, плотность угарного газа (CARBON MONOXIDE), плотность углекислого газа (CARBON DIOXIDE), плотность кислорода (OXYGEN), плотность хлористого водорода (HYDROGEN CHLORIDE). Обратите внимание, что для теплового потока плоскости в PyroSim нет, поэтому по этому параметру проверки при построении плоскостей вероятности эвакуации не выполняется.

Пример задания плоскостей:

Плоскость XYZ	Положение плоскости	Величина газовой фазы	Использовать вектор?	В центре ячеек?
1 Y	13,75 m	Скорость	Да	Нет
2 Y	17,25 m	Видимость	Нет	Нет
3 Z	1,7 m	Видимость	Нет	Нет
4 Z	1,7 m	Температура	Нет	Нет
5 Z	1,7 m	[Газы: CARBON DIOXIDE] Плотность	Нет	Нет
6 Z	1,7 m	[Газы: CARBON MONOXIDE] Плотность	Нет	Нет
7 Z	1,7 m	[Газы: HYDROGEN CHLORIDE] Плотность	Нет	Нет
8 Z	1,7 m	[Газы: OXYGEN] Плотность	Нет	Нет
9 Z	5,95 m	Видимость	Нет	Нет
10 Z	5,95 m	Температура	Нет	Нет
11 Z	5,95 m	[Газы: CARBON DIOXIDE] Плотность	Нет	Нет
12 Z	5,95 m	[Газы: CARBON MONOXIDE] Плотность	Нет	Нет

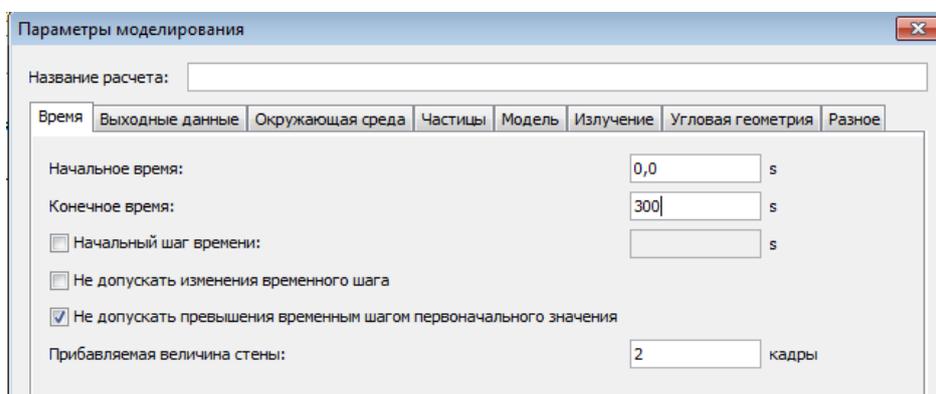
Расположение плоскостей в модели:



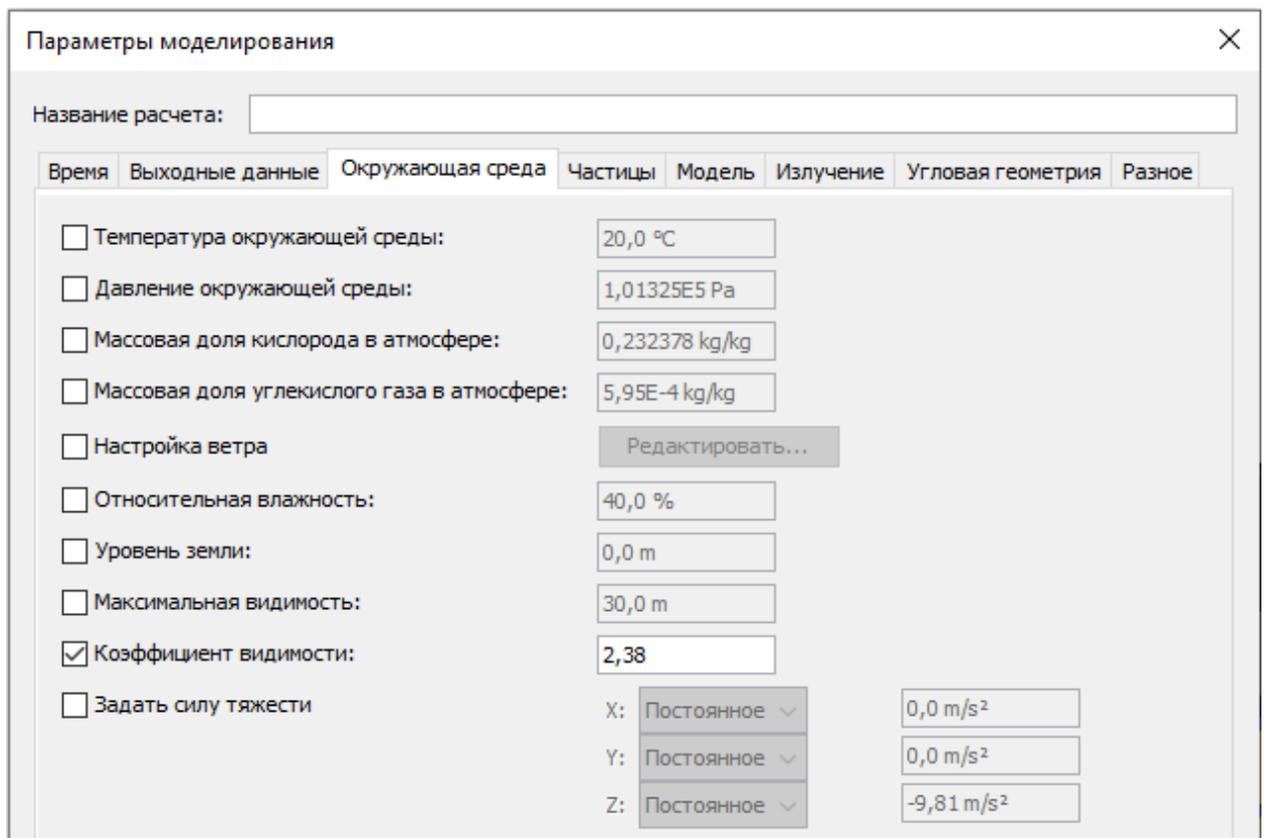
5.8. Задание общих параметров моделирования

Перед запуском расчета необходимо задать некоторые общие параметры для моделирования в меню «FDS» - «Параметры моделирования».

На вкладке «Время» необходимо задать конечное время моделирования (т.е. сколько времени в модели будет длиться расчет).



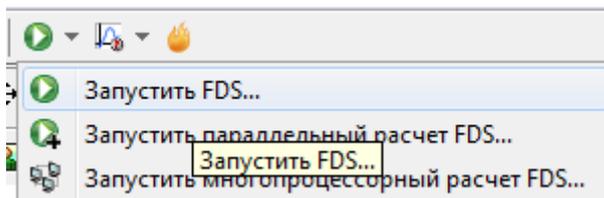
На вкладке «Окружающая среда» необходимо задать параметр «Коэффициент видимости», равный 2,38 для соответствия расчета методике:



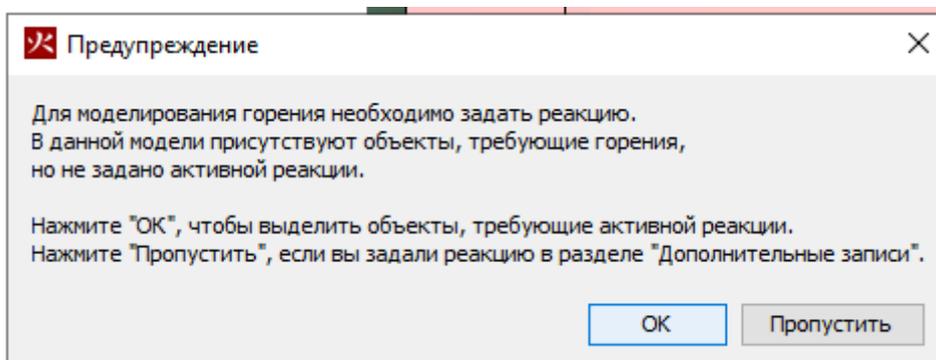
Остальные параметры описаны в руководстве пользователя PyroSim.

5.9. Запуск расчета

Запустить расчет можно либо через меню «Анализ» - «Запустить FDS», либо с помощью кнопки на верхней панели инструментов:

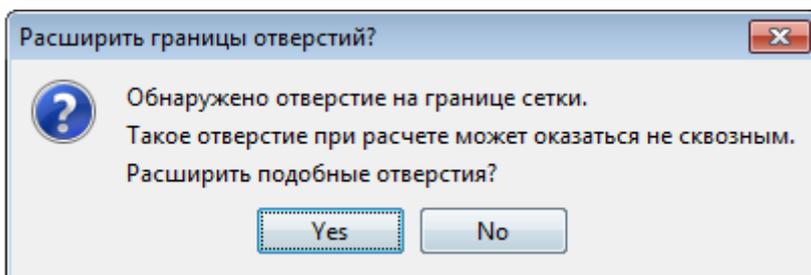


Поскольку реакция задана не в интерфейсе, а через «Дополнительные записи» в текстовом виде, программа выдаст предупреждение:



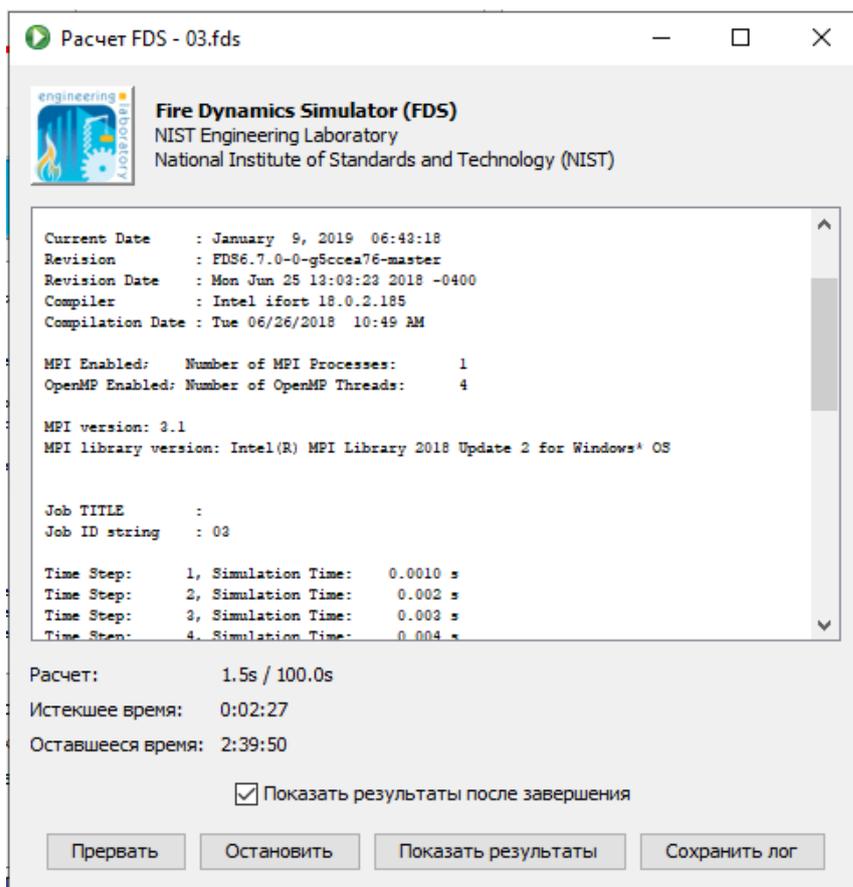
Нажмите «Пропустить».

Перед запуском моделирования программа проверит геометрию и может задать вопрос:



Нажимаем «Да».

Откроется окно, в котором отображается течение моделирования. Если при запуске возникли ошибки, то моделирование не запустится, а в окне будет выведена строка FDS с указанием ошибки.



Внизу окна указывается прошедшее время моделирования в модели, прошедшее реальное время и приблизительное оставшееся время.

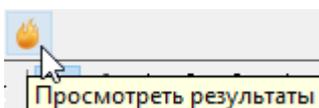
Кнопка «Прервать» означает быстрое завершение расчета, без сохранения результатов для продолжения моделирования.

Кнопка «Остановить» означает корректное завершение расчета, с возможностью возобновить расчет с того же места (чтобы возобновить расчет, в меню «FDS» выберите «Возобновить расчет»).

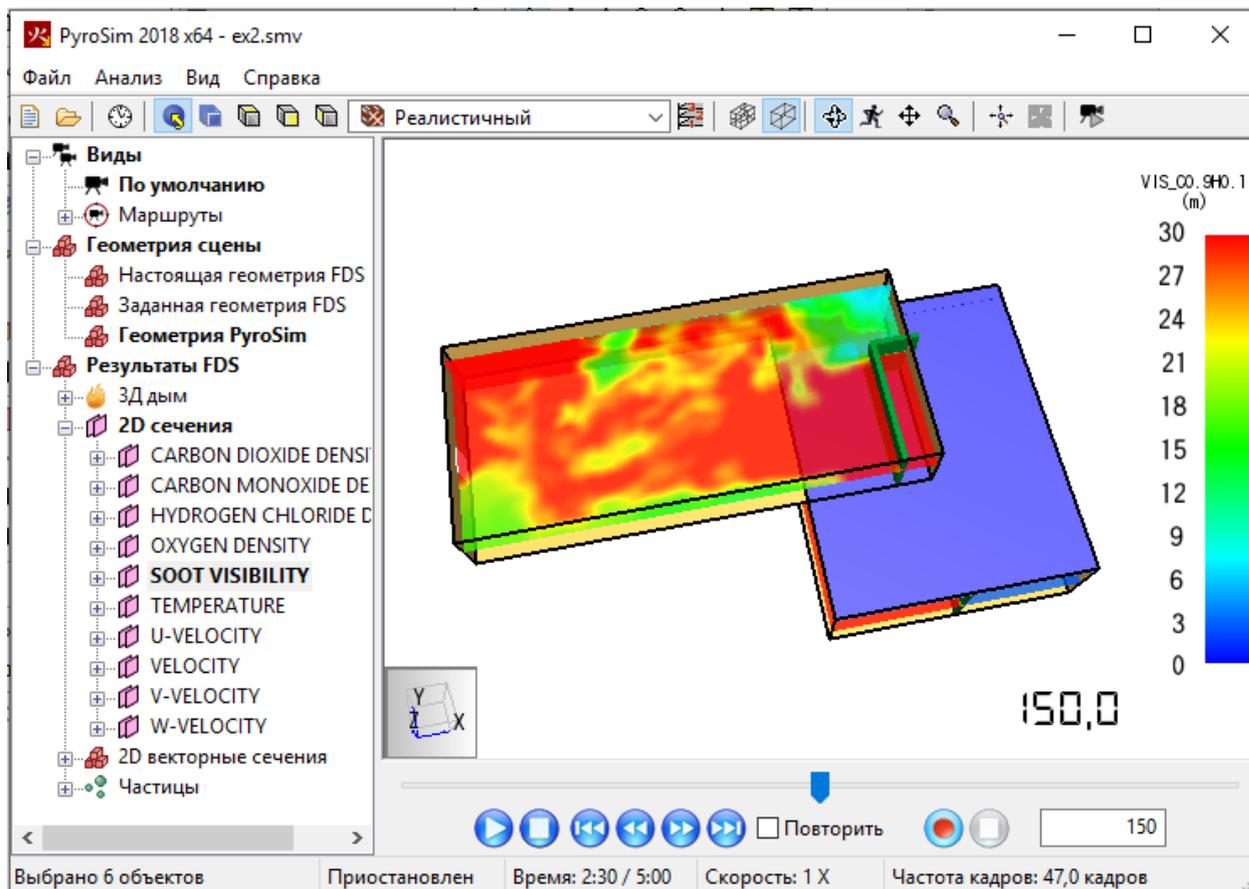
Кнопка «Показать результаты» позволяет запустить программу для визуализации результатов. Обратите внимание, если название расчета содержит русские буквы, то откроется пустое окно программы результатов. Для просмотра результатов откройте файл с расширением «smv» через меню «Файл» – «Открыть».

5.10. Просмотр результатов

Для запуска программы результатов нажмите кнопку на верхней панели инструментов, либо выберите в меню «Анализ» пункт «Запустить результаты», либо откройте папку с сохраненным расчетом и запустите файл с расширением «smv».



Окно программы просмотра результатов:

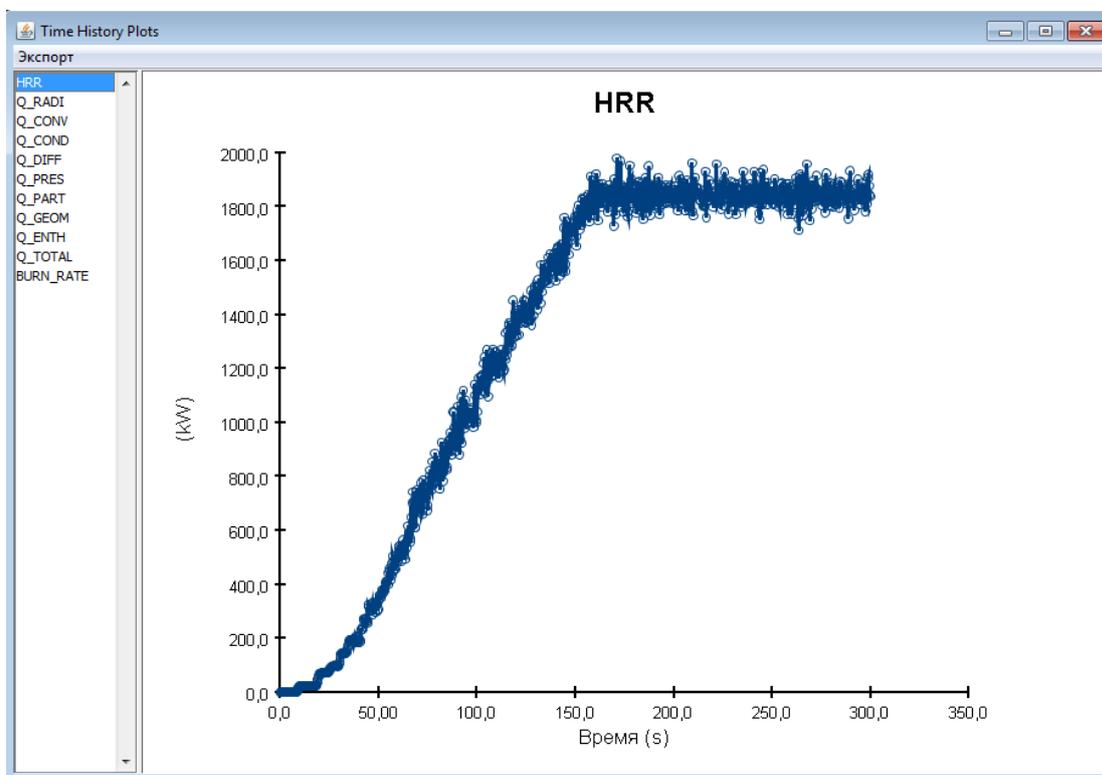
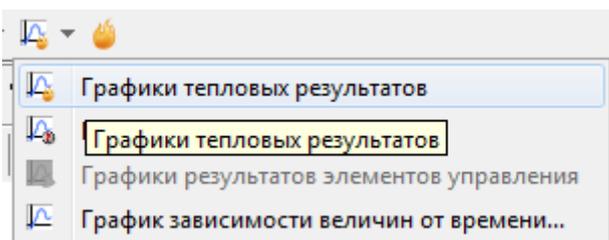


В дереве объектов слева можно выбирать пункты двойным кликом мыши. В разделе «Виды» можно создавать точки обзора и границы видимости для выбора определенной части сцены для просмотра. В разделе «Геометрия сцены» можно переключаться между геометрией FDS и PyroSim. В разделе «Результаты FDS» можно выбрать отображаемые на сцене результаты – трехмерный дым, сечения, трехмерные сечения, изоповерхности, частицы (будут отображаться только те результаты, которые были выбраны в PyroSim перед началом расчета).

5.11. Анализ результатов в PyroSim

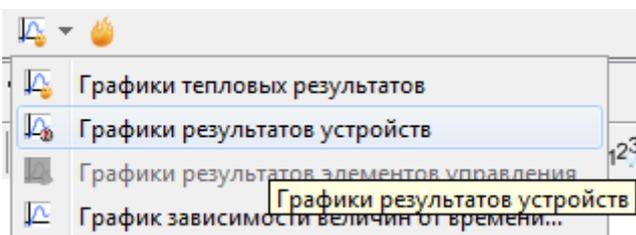
В самой программе PyroSim есть встроенный построитель графиков из результатов расчета.

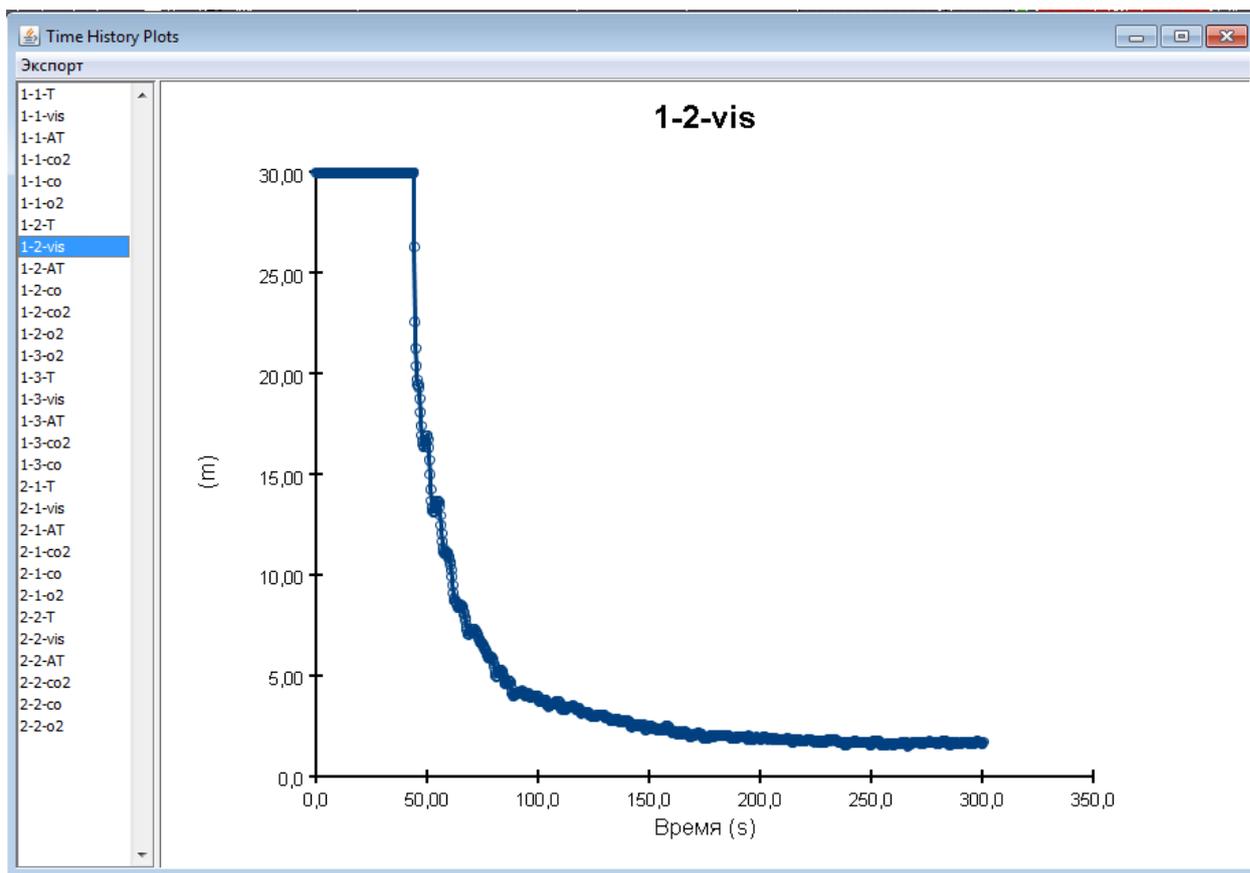
График скорости тепловыделения и других тепловых величин:



В колонке слева можно выбрать величину, которая будет отображаться на графике. HRR – это скорость тепловыделения (мощность пожара, кВт). Последняя величина в списке, BURN_RATE – скорость выгорания (кг/с).

Графики развития ОФП в точках измерения:





5.12. Обработка результатов в FireRisk

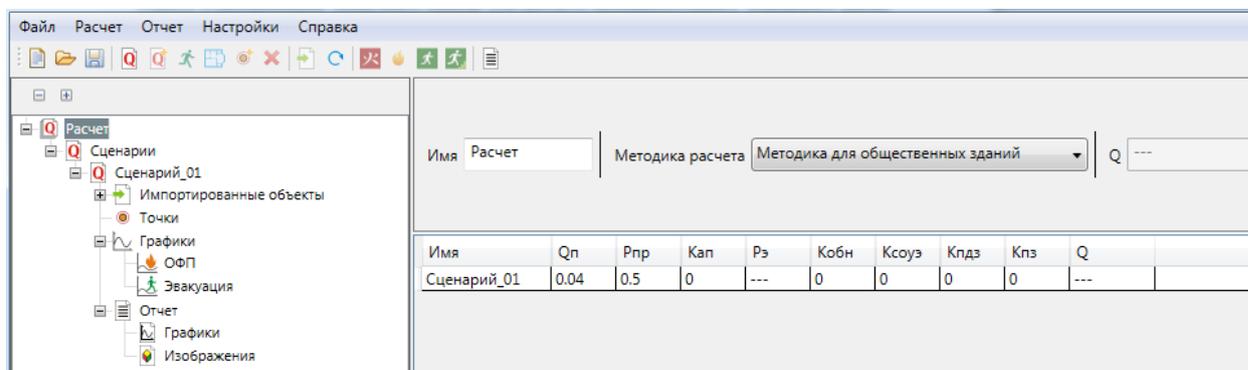
Результаты расчета можно легко обработать и проанализировать, используя программу FireRisk.

Описание работы в программе приведено в разделе «Работа в FireRisk».

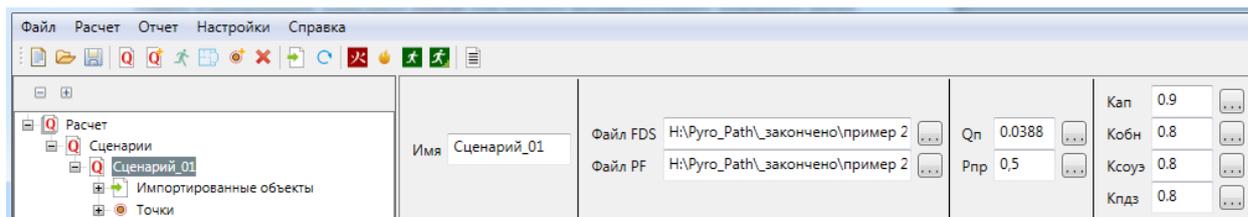
6. Работа в FireRisk

Программа FireRisk предназначена для обработки результатов расчетов в PyroSim и Pathfinder, а также для расчета индивидуального пожарного риска.

В свойствах объекта «Расчет» задайте методику, по которой будет выполняться расчет риска (в текущей версии доступна только методика для общественных зданий):



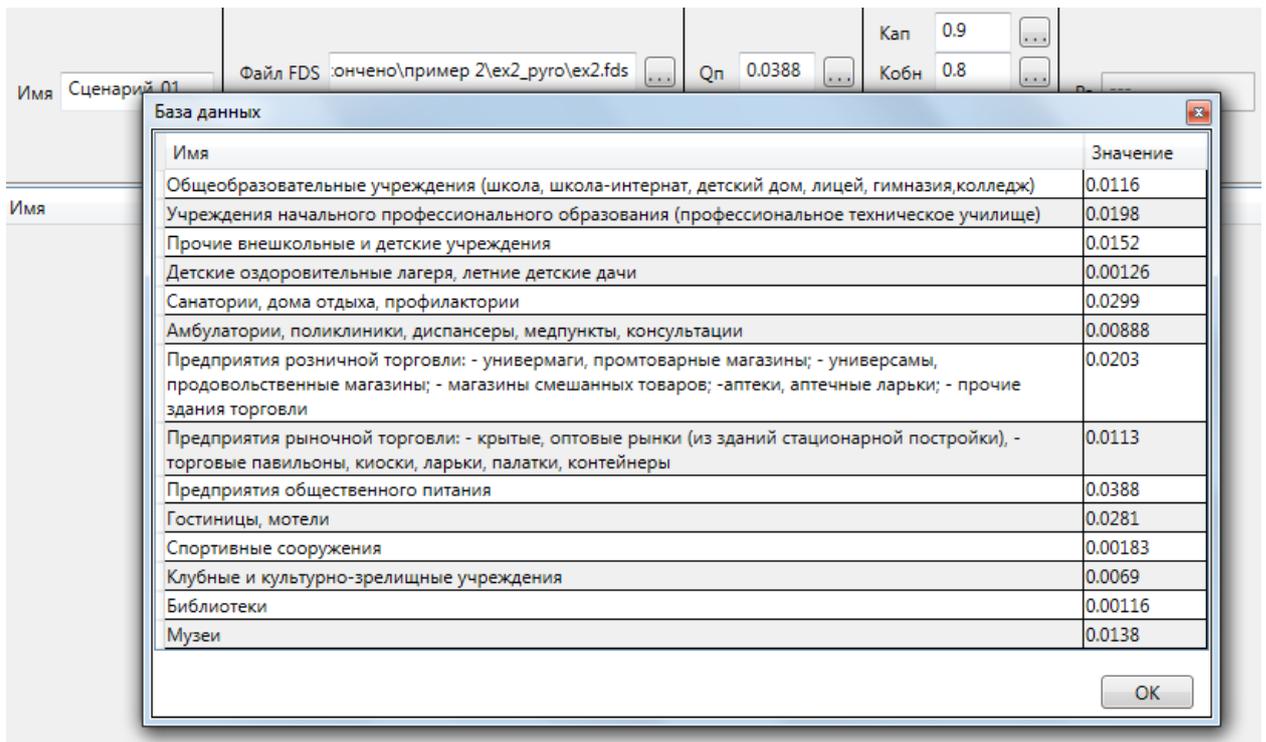
В свойствах «Сценария» укажите путь к файлу fds и файлу Pathfinder, для которых выполнялись расчеты:



Кроме того, задайте вероятность возникновения пожара Q_p , вероятность нахождения людей в здании $R_{пр}$ и коэффициенты соответствия систем требованиям нормативных документов.

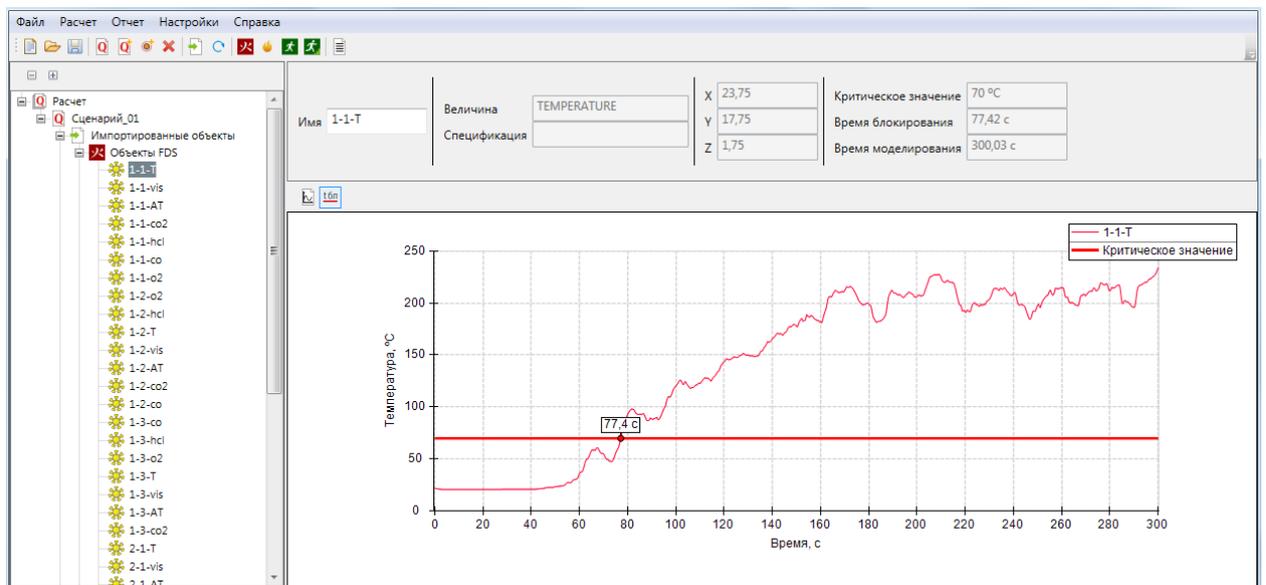
Для задания вероятности возникновения пожара нажмите кнопку  и выберите тип учреждения:

Работа в программном комплексе FireCat для расчета индивидуального пожарного риска Пример «Двухэтажное кафе»



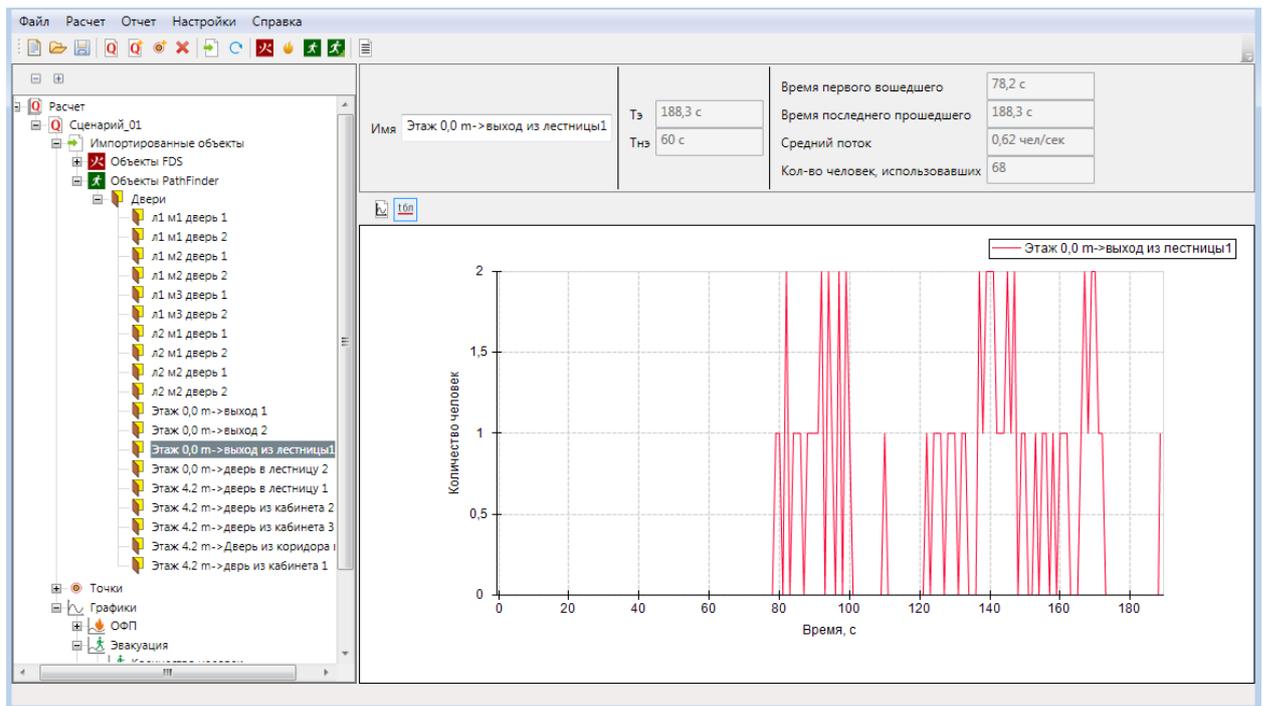
После этого нажмите кнопку «Импортировать данные»  .

В проект будут импортированы данные расчетных файлов. В разделе «Импортированные объекты» вы можете посмотреть графики по всем устройствам, созданным в PyroSim и увидеть время блокирования по данному устройству:



Для Pathfinder импортируются данные по дверям. Можно посмотреть график прохождения каждой двери, узнать время эвакуации, время начала эвакуации, а также количество человек, прошедших через дверь и средний поток через дверь:

Работа в программном комплексе FireCat для расчета индивидуального пожарного риска Пример «Двухэтажное кафе»



Теперь необходимо задать точки (т.е. места, в которых выполняются сравнения времени эвакуации и времени блокирования).

Мы знаем, что набор датчиков 1-1 расположен на первом этаже перед выходом 1, набор 1-2 – перед выходом 2, набор 1-3 – перед лестницей 2. На втором этаже набор датчиков 2-1 расположен перед лестницей 1, набор 2-2 – перед лестницей 2.

При импорте данных программа автоматически создала точки для каждого набора датчиков. Теперь нам необходимо соотнести эти точки с дверями:

The screenshot shows the FireCat software interface with the configuration window for point '1-1'. The 'Дверь PF' (Door PF) dropdown menu is open, showing a list of doors to be associated with the point:

- 1-1-T, 1-1-vis, 1-1-AT, 1-1-co2, 1-1-hcl
- выход 1
- л2 м1 дверь 2
- л2 м2 дверь 1
- л2 м2 дверь 2
- выход 1
- выход 2
- выход из лестницы1
- дверь в лестницу 1
- дверь в лестницу 2
- дверь из кабинета 2
- дверь из кабинета 3
- Дверь из коридора в зал
- дверь из кабинета 1

Below the dropdown is a table with the following data:

Наименование ОФП	Датчик FDS	Тбл, с
Температура	1-1-T	84,63
Тепловой поток	1-1-AT	44,13
Дальность видимости	1-1-vis	74,12
Концентрация кислорода	1-1-o2	85,53
Концентрация углекислого газа	1-1-co2	>300
Концентрация угарного газа	1-1-co	>300
Концентрация хлороводорода	1-1-hcl	98,41

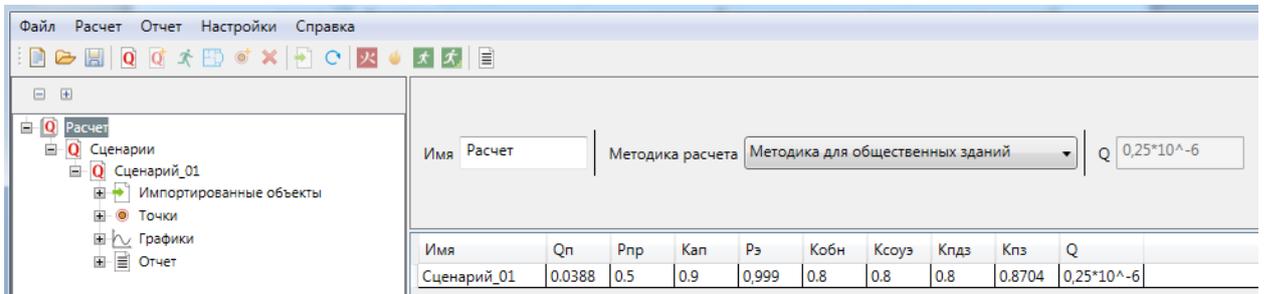
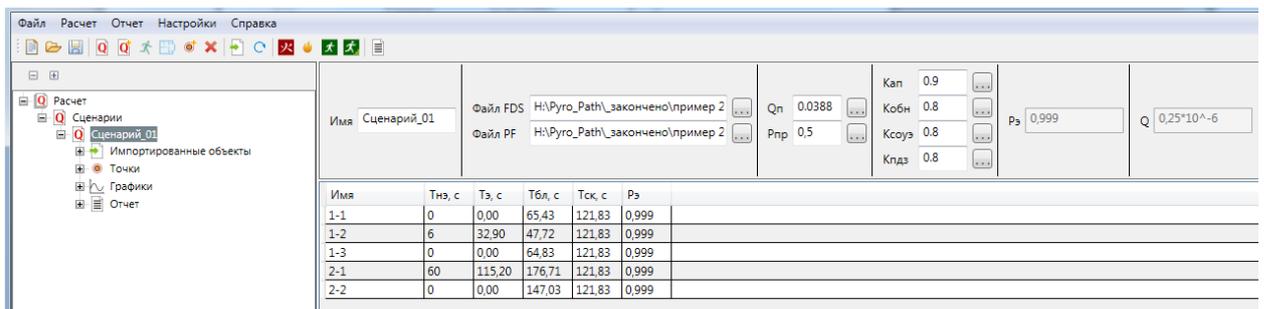
On the right side of the configuration window, there are additional parameters:

- Дальность видимости: 20 м
- Время блокирования: 44,13 с
- Тнз: 0 с
- Тз: 0 с
- Тск: 19 с
- Рз: 0,999

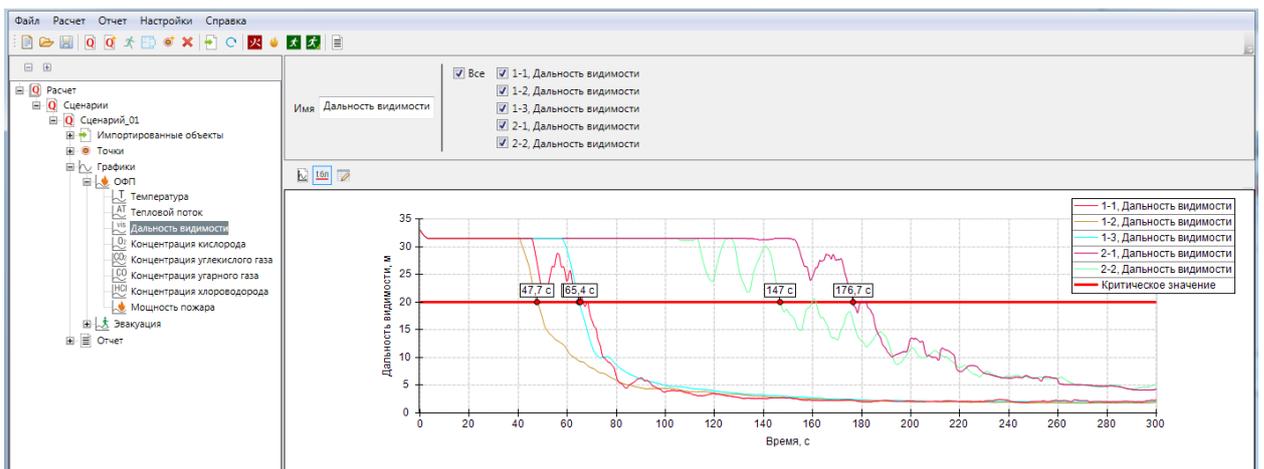
Точка_0б создана автоматически для датчика «таймер» - она не нужна для расчета риска и ее можно удалить.

После того как двери и датчики заданы по точкам, нужно нажать кнопку «Рассчитать риск». Будет выполнено определение данных блокирования и эвакуации для каждой точки, рассчитана вероятность эвакуации и величина индивидуального пожарного риска.

Работа в программном комплексе FireCat для расчета индивидуального пожарного риска Пример «Двухэтажное кафе»



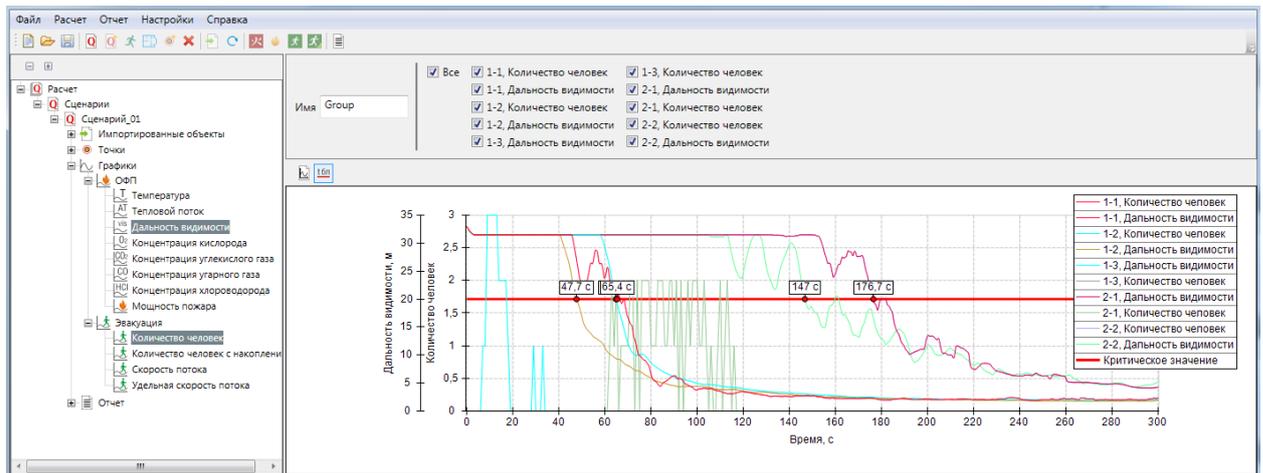
В разделе «Графики» можно посмотреть графики по каждому опасному фактору пожара и по эвакуации:



При нажатии кнопки «Отображать линию критических значений»  отображается линия критических значений и время блокирования. При нажатии кнопки «Свойства графика»  можно настроить вид (цвет, тип, толщину) линий на графике.

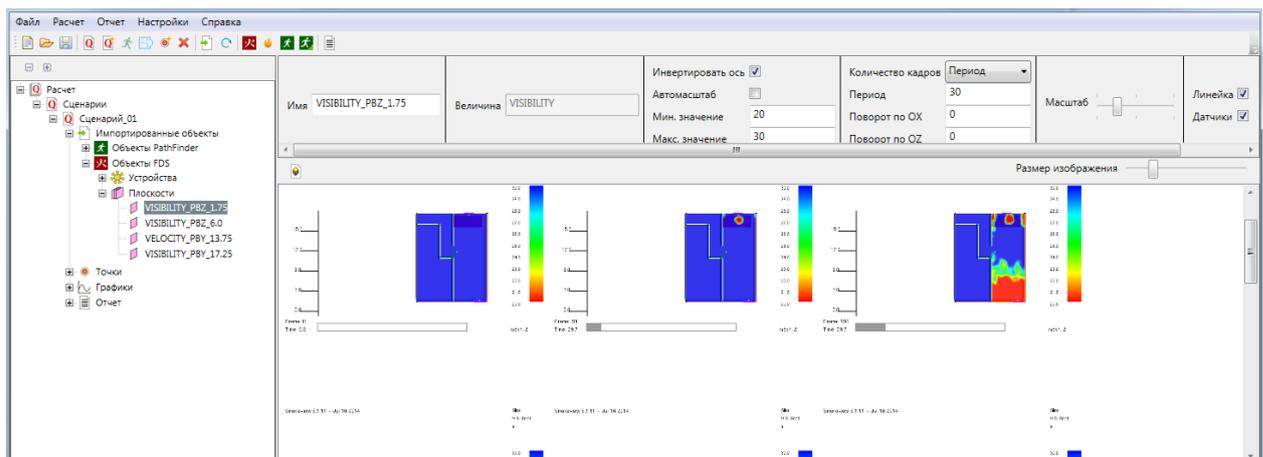
При нажатии кнопки «Добавить график в отчет»  график помещается в раздел «Графики в отчет», откуда при формировании отчета передаются в текстовый документ.

Если выделить несколько графиков, удерживая на клавиатуре CTRL, то будет отображаться результирующий график с несколькими величинами.



Кроме того, в файл проекта можно импортировать кадры визуализации распространения опасных факторов пожара из программы Smokeview. Импорт выполняется в узел «Плоскости» в «Импортированных объектах» - появляется список плоскостей анимированных данных, созданных в PyroSim.

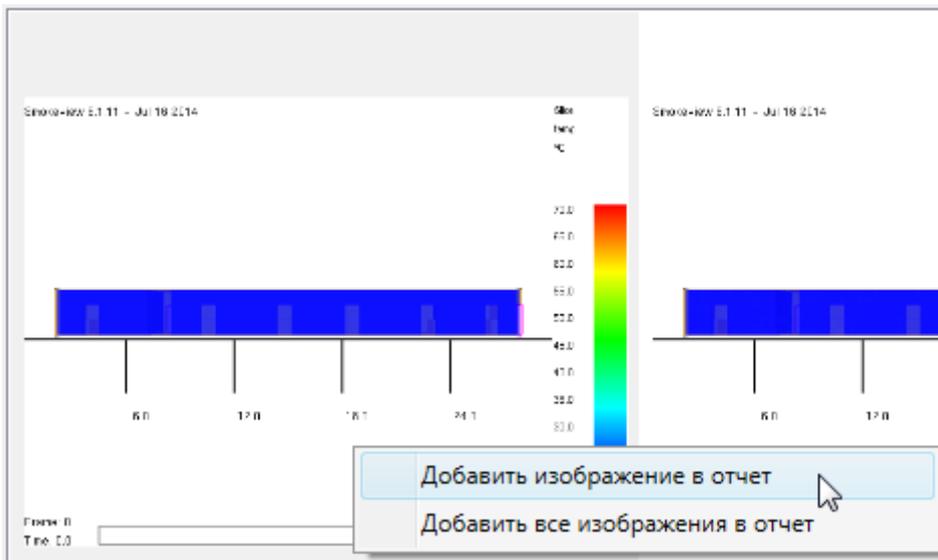
Чтобы импортировать изображения с другими параметрам, необходимо задать параметры на панели свойств нужной плоскости и затем снова нажать кнопку «Импортировать данные»  :



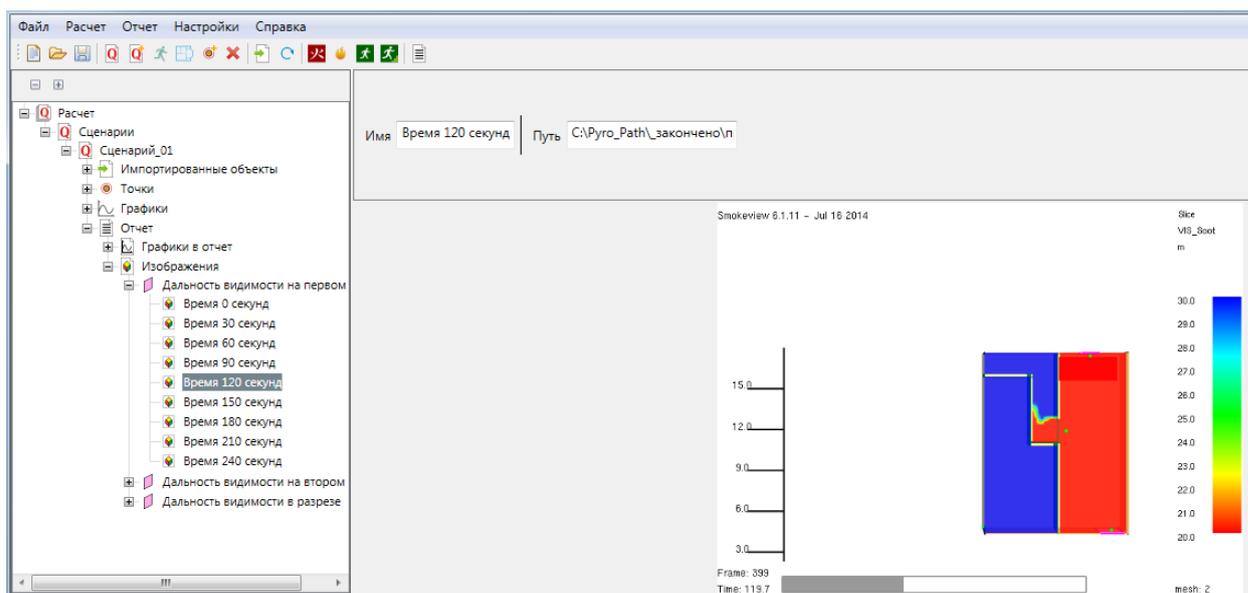
Для плоскости можно задать следующие свойства:

- Минимальное и максимальное значение шкалы (или автоматический масштаб – тогда значения будут установлены по минимальному и максимальному значению, присутствующему на плоскости);
- Инвертировать ли шкалу (по умолчанию красный цвет означает большие значения, синий – меньшие. Для некоторых величин, например, дальности видимости, нагляднее инвертировать шкалу);
- Количество кадров или период сохранения кадров (в секундах);
- Повороты по OX и OZ – позволяет задать другое положение модели для большей наглядности визуализации;
- Масштаб – позволяет приблизить/удалить камеру от модели;
- Линейка – включает отображение линейки в кадре;
- Датчики – включает отображение измерительных устройств в кадре.

После получения необходимых изображений их нужно добавить в раздел «Отчет». Для этого выберите изображение и в контекстном меню выберите «Добавить изображение в отчет». Чтобы добавить все изображения нужной плоскости, выберите «Добавить все изображения в отчет».



Изображения появятся в «Отчет» - «Изображения», сгруппированные по плоскостям.



Импорт изображений из Pathfinder выполняется аналогично, в разделе «Импортированные объекты» - «Объекты Pathfinder» - «Этаж»:

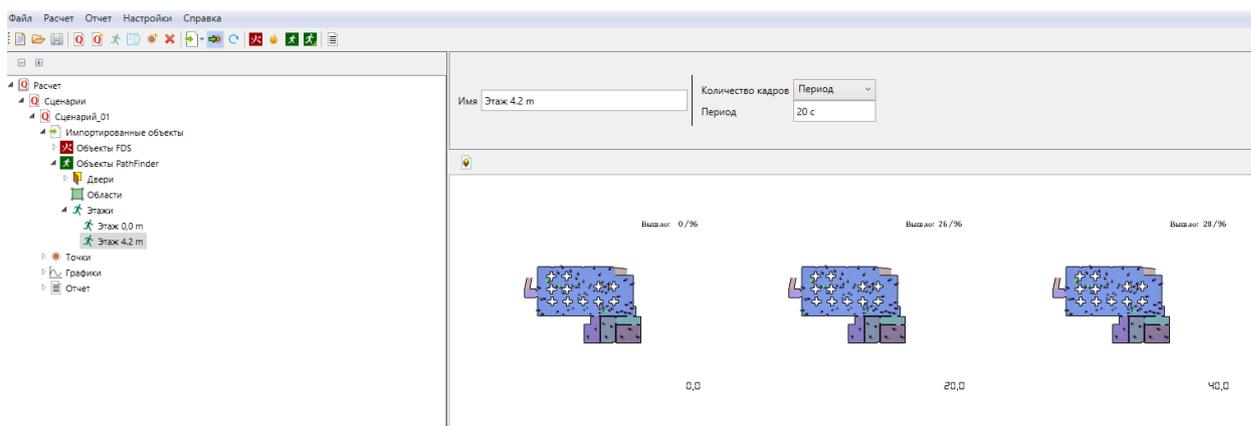
Обратите внимание, что изображения Pathfinder генерируются с помощью программы просмотра результатов с использованием файла визуализации .pfrv. Если данный файл отсутствует, изображения созданы не будут (для создания файла необходимо открыть программу просмотра результатов и нажать «Сохранить»).

Изображения в FireRisk будут сохраняться со всеми настройками, которые были заданы в программе просмотра результатов. Таким образом, до сохранения изображений необходимо выполнить в программе просмотра результатов все настройки:

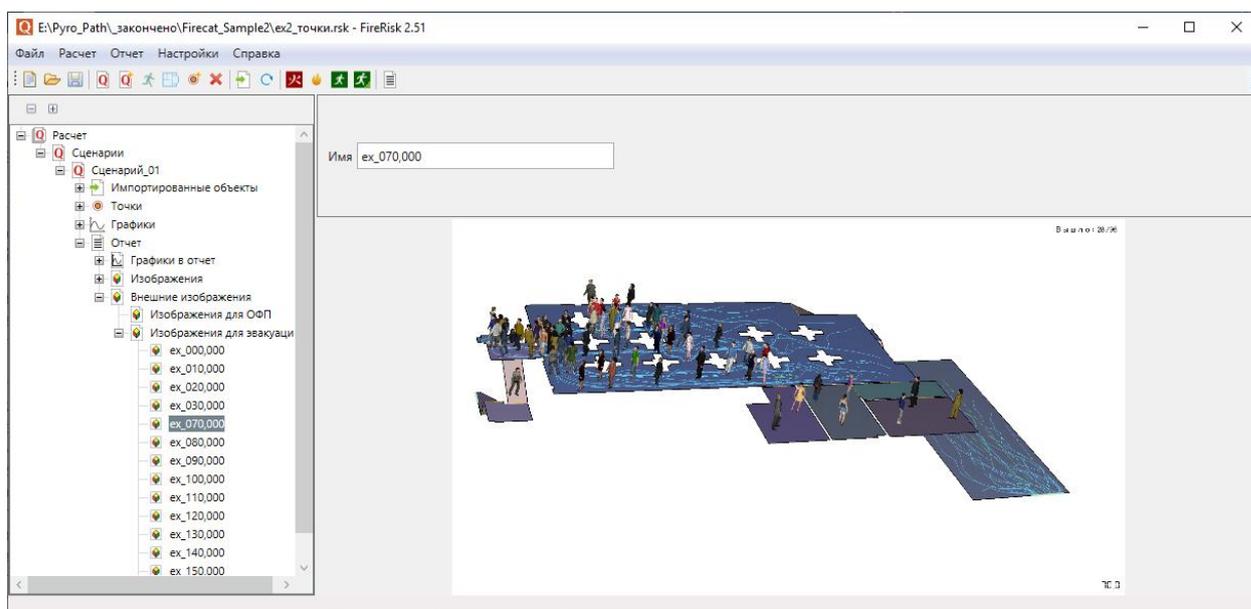
- Выбрать отображаемую геометрию сцены
- Включить/отключить отображение путей агентов
- Выбрать способ отображения агентов и их цвет
- При необходимости включить нужные контуры агентов
- и другие настройки отображения в программе просмотра результатов.

Кроме того, в настройках этажей в программе просмотра результатов **обязательно** должны быть заданы следующие параметры:

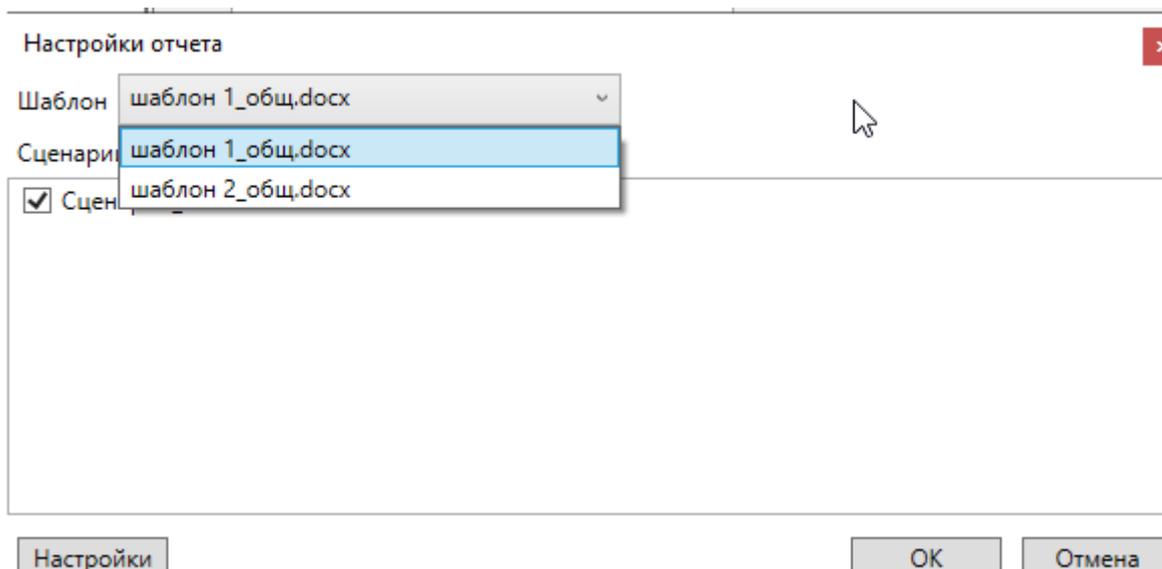
- Расположение этажей – Вертикально
- Видимость этажей – Все этажи видимы



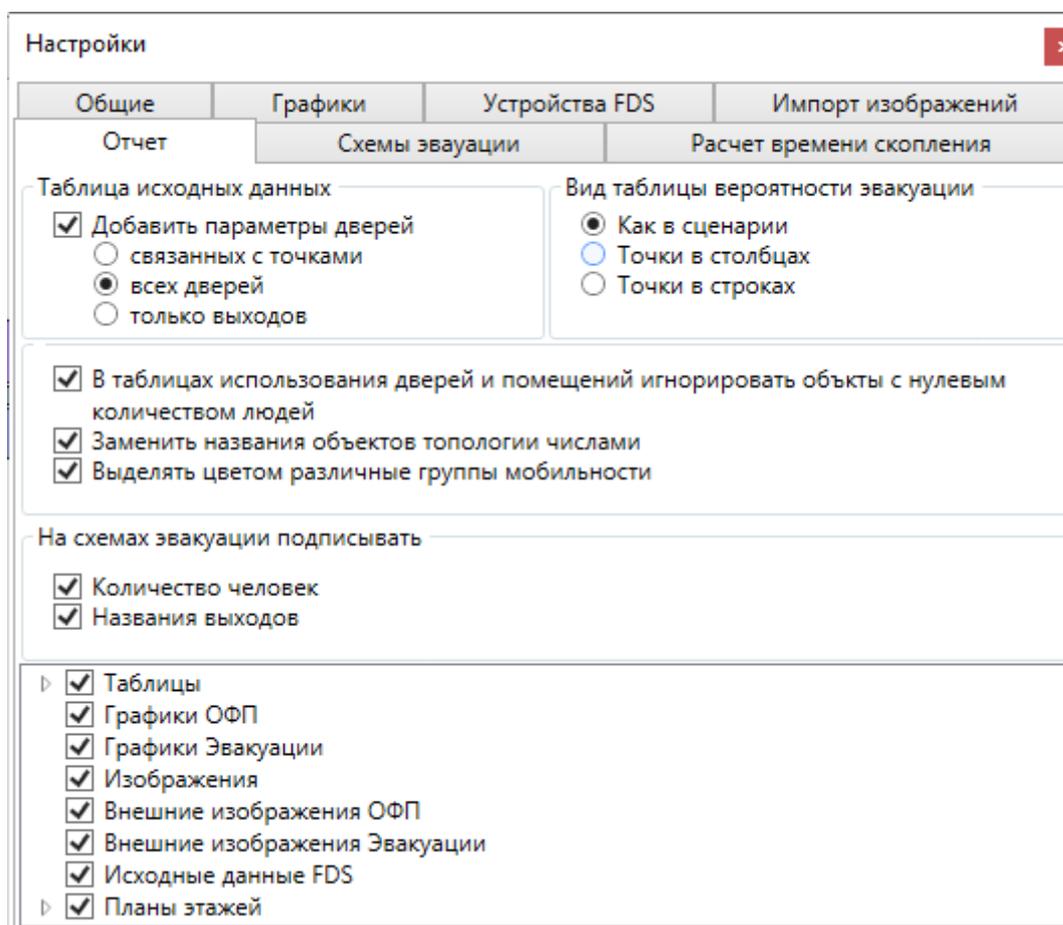
В узел «Внешние изображения» можно добавить любые дополнительные изображения, которые нужно вставить в отчет. Добавим несколько кадров движения людей из Pathfinder:



Чтобы сформировать отчет, нажмите кнопку «Создать отчет» , выберите сценарии и шаблон для создания отчета.



Нажав кнопку «Настройки», можно открыть окно настроек для выбора данных, добавляемых в отчет:

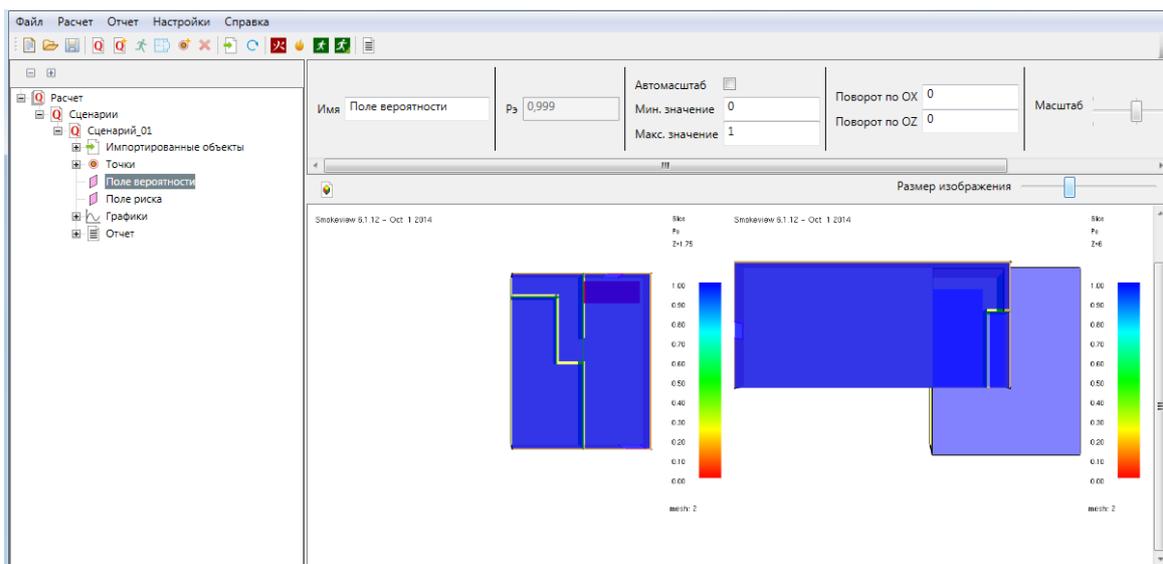


По результатам расчета будет создан текстовый отчет.

Альтернативный способ расчета вероятности эвакуации и риска (поля)

При этом способе не нужно настраивать расчетные точки – сравнение времени блокирования и эвакуации выполняется в каждой точке модели.

После импорта данных и расчета риска, в объектах «Поле вероятности» и «Поле риска» будут отображены следующие изображения:



Все параметры объекта сходны с параметрами изображений SmokeView.

В поле «Rэ» (вероятность эвакуации) отображается наименьшее значение вероятности эвакуации по всей плоскости.

Результаты расчета по точкам и по полям могут отличаться друг от друга.

7. Список литературы

[1] Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности (приложение к приказу МЧС России от 30.06.2009 г. № 382).

[2] Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах (приложение к приказу МЧС России от 10.07.2009 г. № 404).