



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 «Этаж офисного здания»

21 мая 2021

Оглавление

1. Введение.....	3
2. Термины и определения	4
3. Описание сценария расчета «Этаж офисного здания».....	5
4. Работа в PyroSim	6
4.1. Создание сетки.....	6
4.2. Создание топологии	7
4.3. Создание источника пожара	12
4.4. Создание измерителей-датчиков.....	16
4.5. Создание плоскостей для визуализации ОФП.....	18
4.6. Задание общих параметров моделирования	19
4.7. Запуск расчета.....	20
4.8. Просмотр результатов	21
4.9. Анализ результатов в PyroSim	22
4.10. Обработка результатов в FireRisk	24
5. Работа в Pathfinder.....	25
5.1. Создание топологии	25
5.2. Добавление профилей	29
5.3. Создание поведения	30
5.4. Создание и размещение агентов	31
5.5. Общие параметры моделирования.....	33
5.6. Запуск расчета.....	34
5.7. Просмотр результатов расчета	35
5.8. Анализ результатов в Pathfinder.....	38
5.9. Обработка результатов в FireRisk	40
6. Работа в FireRisk.....	41
7. Список литературы	50

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.

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 представить все возможности программ, полностью описания программ приведены 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 м²/м².

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.

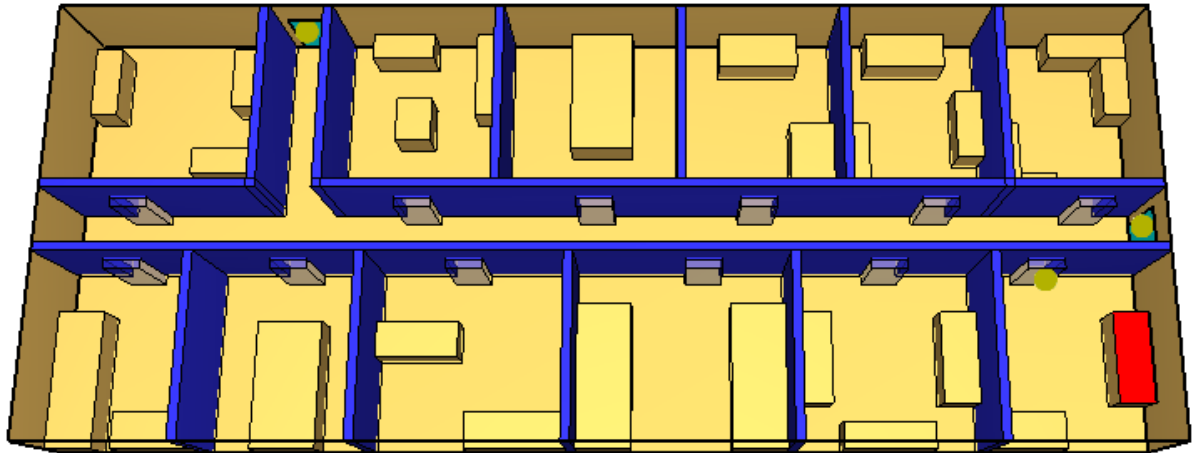
Опасные факторы пожара - факторы пожара, воздействие которых может привести к травме, отравлению или гибели человека и (или) к материальному ущербу.

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

3. Описание сценария расчета «Этаж офисного здания»

Расчет индивидуального пожарного риска выполняется для одноэтажного офисного здания.

План этажа приведен на рисунке:



Пожар возникает в кабинете возле выхода 1. Пожарная нагрузка «Административное помещение», размеры источника пожара – 1*2,5 метра.

В кабинетах находятся люди из расчета 6 м²/человека. Группа мобильности всех находящихся в здании людей – М1 (нахождение в здании МГН не предусмотрено проектом).

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 остальных помещений – 1,5 минуты (см. приложение 2 [5]).

Здание не оборудовано системой дымоудаления. Система автоматического пожаротушения есть и соответствует нормативным требованиям.

При возникновении пожара дым и другие опасные факторы выходят в коридор и распространяются под потолком, формируя дымовой слой, и опускаются, блокируя эвакуационные выходы.

Люди из помещения пожара выходят из помещения через 6 секунд после начала пожара и идут к выходу 2, т.к. ближайший выход 1 заблокирован опасными факторами пожара.

Люди из остальных помещений начинают эвакуацию через 90 секунд после начала пожара, после получения сигнала системы оповещения, и двигаются к выходу 2.

В качестве контрольных точек для сравнения времени блокирования и времени эвакуации используются двери помещения пожара, а также выходы наружу.

4. Работа в PyroSim

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


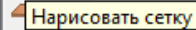
1. Создание сетки
2. Построение топологии
3. Создание источника пожара
4. Задание выходных данных
5. Выполнение расчета
6. Просмотр и анализ результатов

К документу приложен расчетный файл «ex1.psm», в котором можно посмотреть уже полностью созданную модель.

4.1. Создание сетки

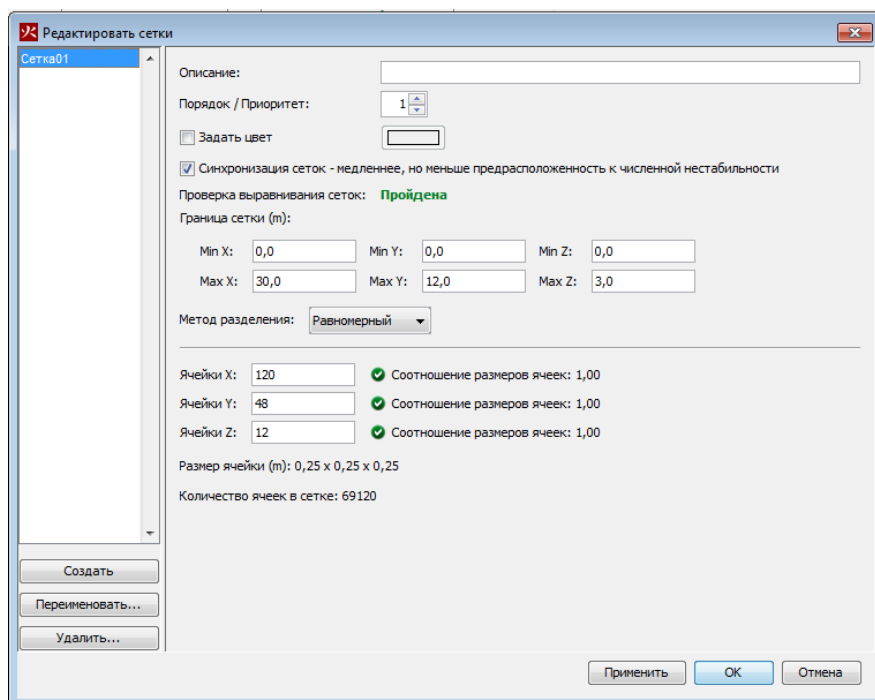
Сетка – прямоугольная область, в которой выполняется расчет. В модели может быть одна или несколько сеток. Все объекты, которые находятся вне сеток, в расчете не участвуют.

Создать сетку можно несколькими способами:

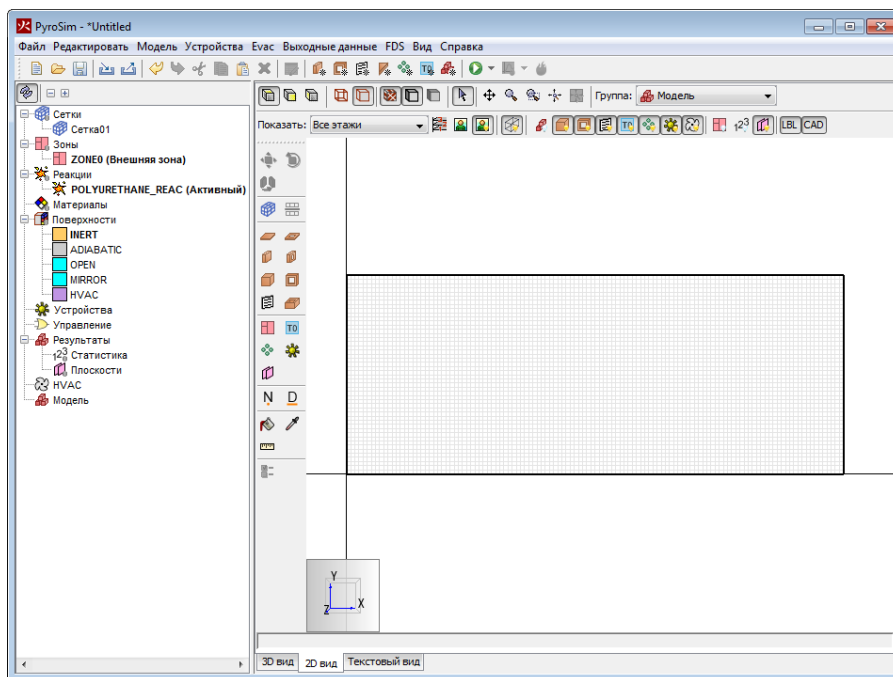
- нарисовав сетку на сцене с помощью инструмента  
- выбрав в меню «Модель» - «Редактировать сетки»
- дважды кликнув по разделу «Сетки» в дереве объектов

В открывшемся окне зададим размеры сетки 30*12*3 метра и количество ячеек сетки по каждому направлению: 120*48*12. Таким образом, размер ячеек по каждой оси составляет 0,25*0,25*0,25 метра.

Окно редактора сеток:

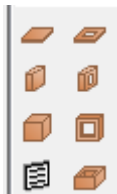


Вид сетки в 2D-виде:





4.2. Создание топологии

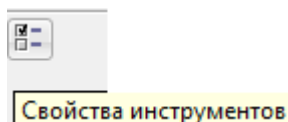
Для создания топологии можно использовать следующие инструменты:




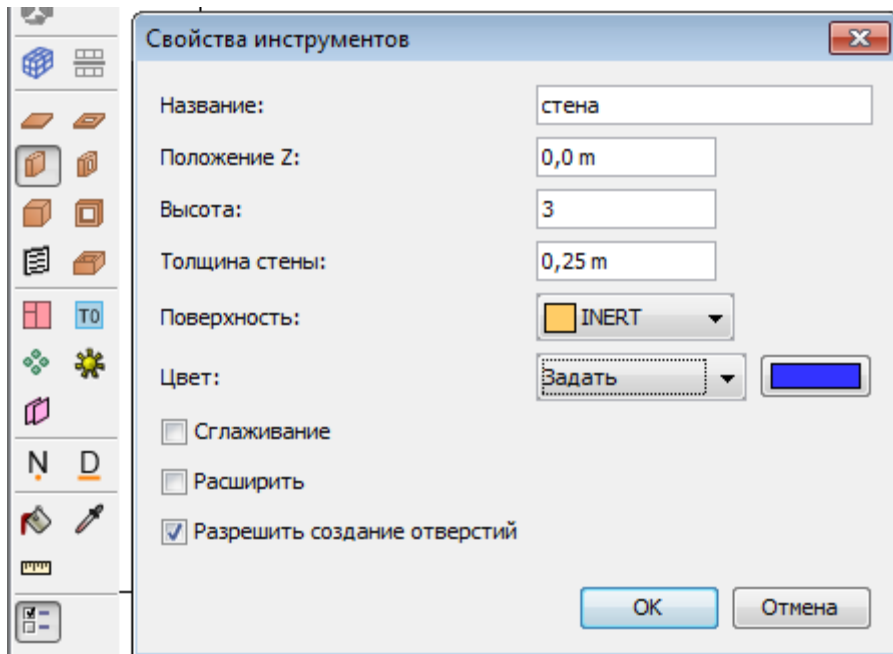
- плита
- отверстие в плите
- стена
- отверстие в стене
- блок
- отверстие в блоке
- вентиляционное отверстие
- помещение

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

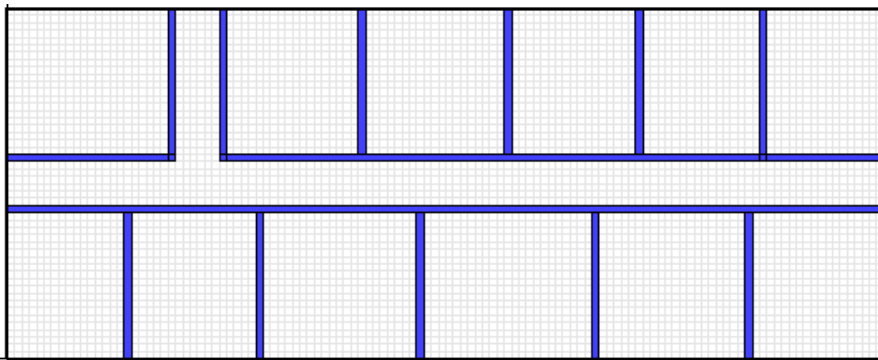
Если после выбора инструмента нажать кнопку «Свойства инструментов», то откроется окно, в котором можно настроить параметры, с которыми будет работать инструмент:



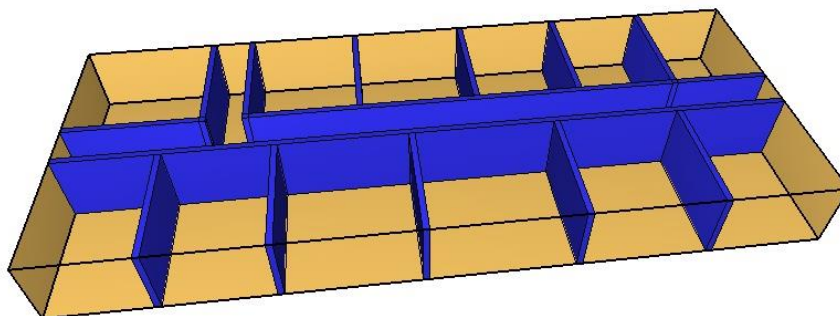
Нарисуем стены  высотой 3 метра, толщиной 0,25 метров, синего цвета.



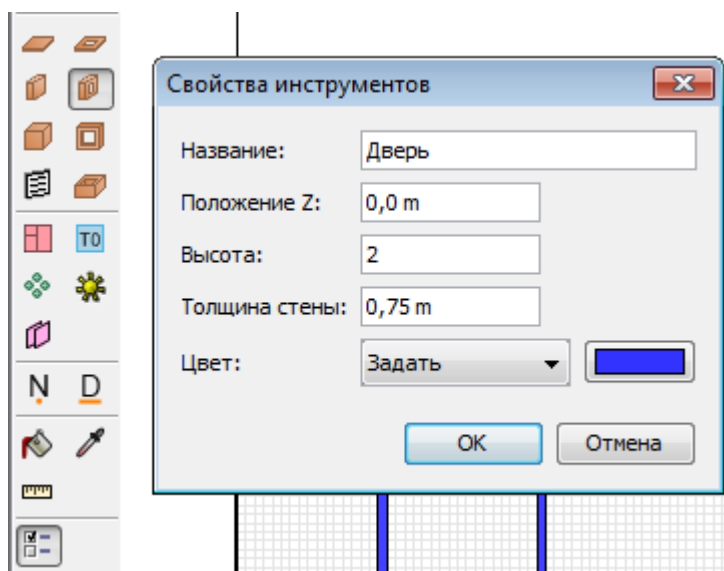
Вид нарисованных стен в 2D-виде:



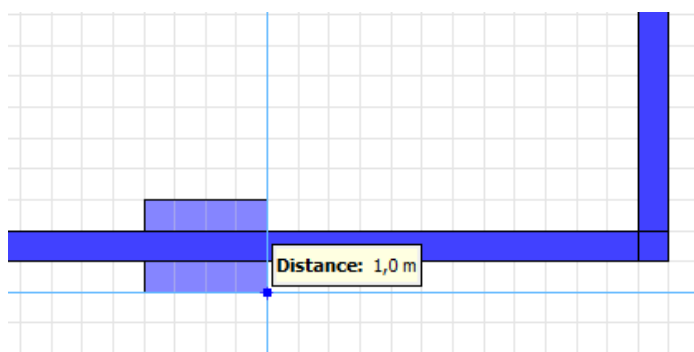
Вид нарисованных стен в 3D-виде:



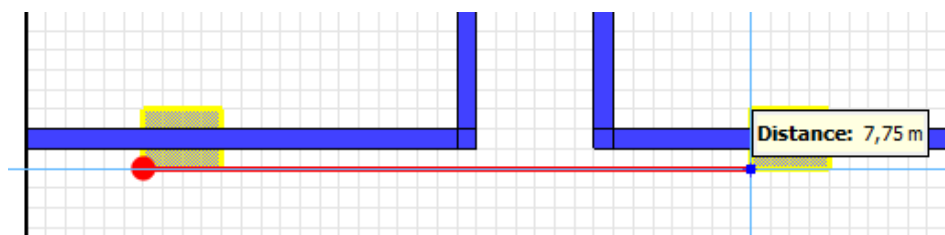
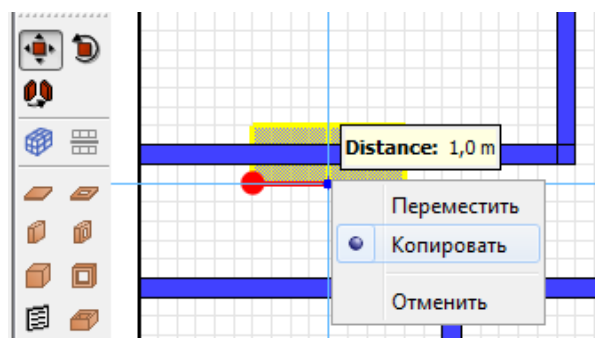
Нарисуем отверстия в стенах (двери) – высотой 2 метра, с названием «дверь», толщиной 0,75 метров (толщина отверстия должна превышать толщину стены, в которой отверстие создается – т.е. отверстие должно быть сквозное).



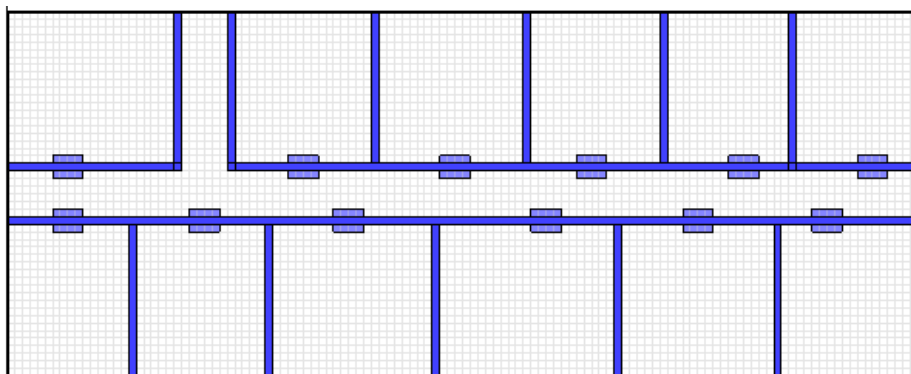
Создание отверстия в 2D-виде:



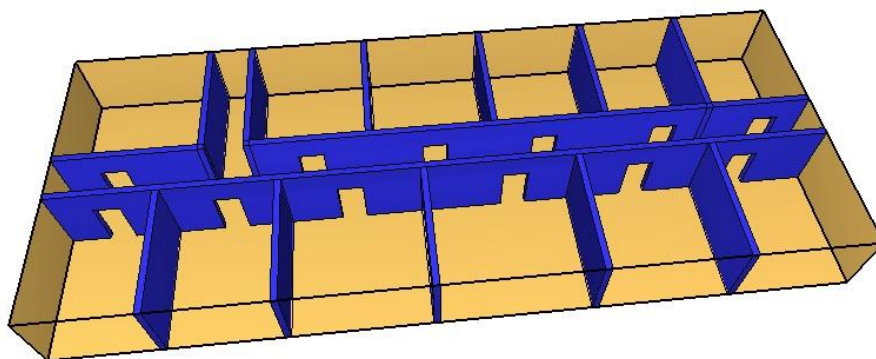
Теперь скопирует нарисованную дверь. Для этого нажмем инструмент «Переместить объекты», в контекстном меню выберем режим «Копировать» - будет создана копия объекта, которую можно переместить в нужное место.




Вид дверей в стенах в 2D-виде:

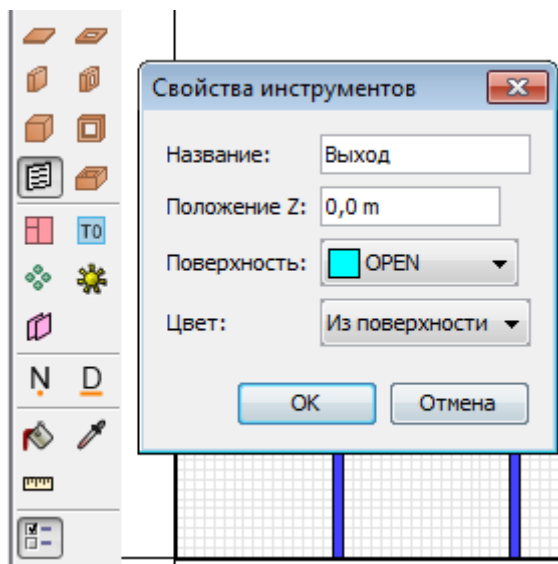


Вид дверей в стенах в 3D-виде:

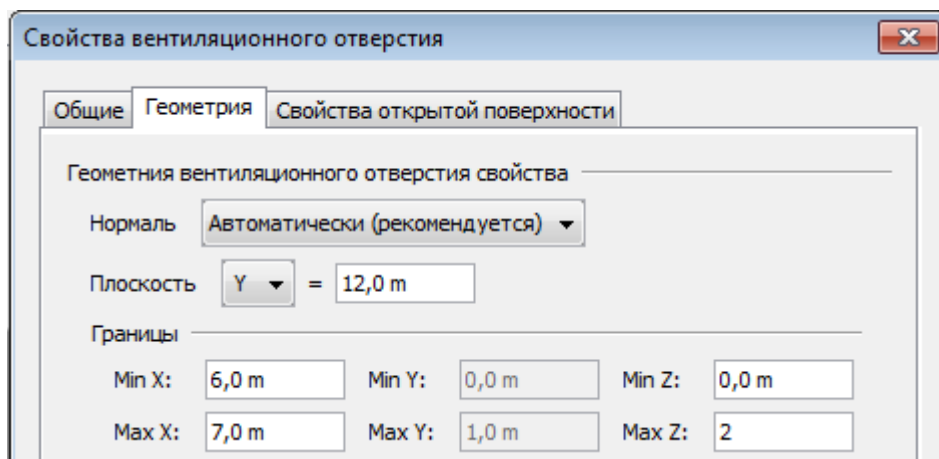


Следующий инструмент – вентиляционное отверстие . С помощью этого инструмента можно создавать окна и двери на границах сетки, вентиляцию и поверхности горения.

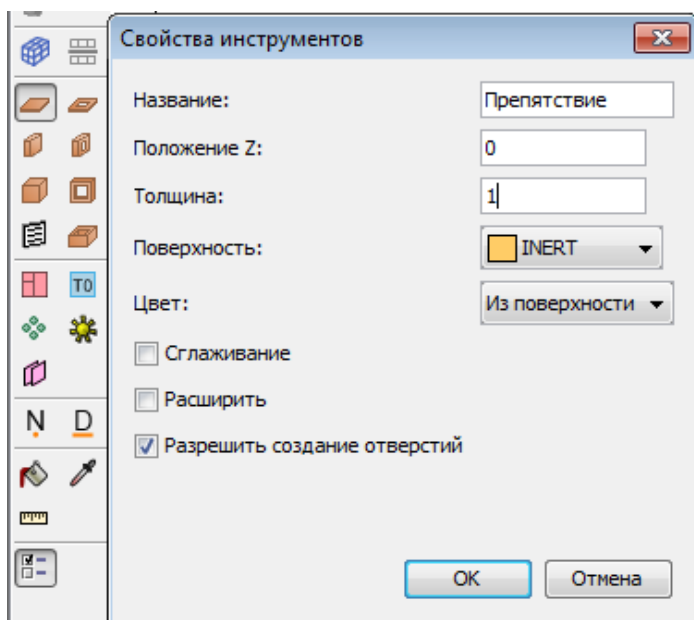
Создадим двери на границах сетки – такие двери должны иметь поверхность «OPEN».



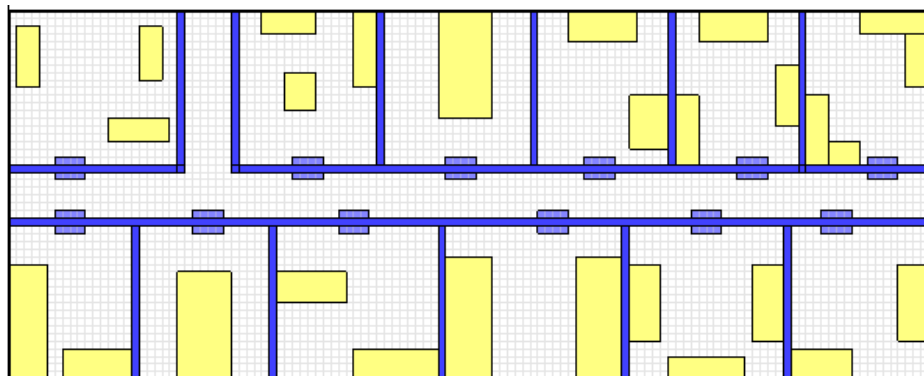
По двойному щелчку по созданному объекту открываются свойства объекта. Откроем свойства и установим границы по оси Z.



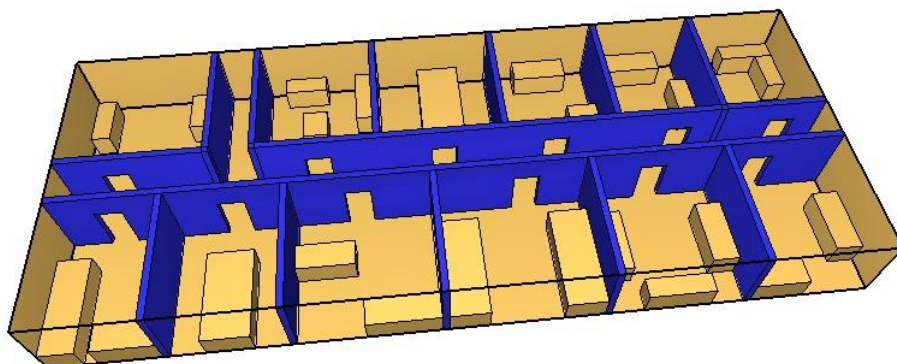
Следующим действием создадим препятствия (схематично нарисованные столы, диваны). Для этого используем инструмент «Препятствие» высотой 1 метр, желтого цвета.



Вид объектов в 2D-виде:



Вид объектов в 3D-виде:



4.3. Создание источника пожара

Источник пожара создается в три этапа:

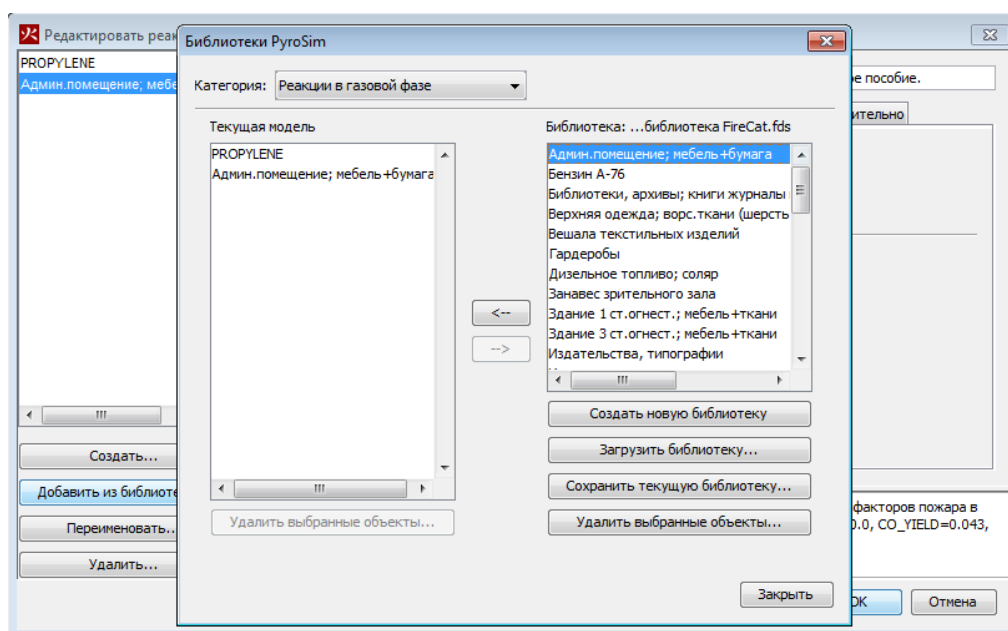
- Создать реакцию
- Создать поверхность
- Создать объект и присвоить ему созданную поверхность

Реакция

Используем реакцию из библиотеки FireCat (загрузить библиотеку можно с сайта http://www.pyrosim.ru/download/Firecat_FDS_fireload_lib.rar). Для этого в меню «Модель» выберем «Редактировать реакции», нажмем кнопку «Добавить из библиотеки».

Откроется окно «Библиотеки PyroSim». Нажмите «Загрузить библиотеку» и найдите файл «библиотека FireCat». Выберите реакцию «Адм.помещение» и стрелочкой переместите ее в текущую модель.

Теперь реакцию можно использовать в расчете.



Вкратце перечислим задаваемые параметры (если вы загрузили реакцию, они уже заданы, если нет – можете задать их самостоятельно).

На вкладке «Топливо» задается химическая реакция, на вкладке «Побочные продукты» - выделение сажи и угарного газа.

Редактировать реакции

Описание: А.Прогнозирование опасных факторов пожара в помещ

Тип реакции: Простая химия

Топливо | Подавление горения | Побочные продукты | Дополнительно

Тип топлива: Простая химическая модель

Топливо должно содержать только C, O, H и N.

Состав

Атомы углерода: 3,0

Атомы водорода: 6,6

Атомы кислорода: 2,8

Атомы азота: 0,0

Создать...

Добавить из библиотеки...

Переименовать...

Удалить...

&REAC ID='Админ.помещение; мебель+бумага', FYI=Кошмаров Ю.А.Прогнозирование

Применить OK Отмена

Редактировать реакции

Описание: А.Прогнозирование опасных факторов пожара в помещ

Тип реакции: Простая химия

Топливо | Подавление горения | Побочные продукты | Дополнительно

Выделение энергии:

☐ Выделение энергии на единицу массы кислорода: 1,31E4 kJ/kg

☒ Теплота сгорания: 1,4E4 kJ/kg

☐ Доля излучения: 0,35

☐ Энергия для идеальной реакции (без учета выработки CO, H₂ или сажи)

Выделение CO (Y_{CO}): 0,043

Выделение сажи (Y_s): 6,0E-3

Доля водорода: 0,0

Создать...

Добавить из библиотеки...

Переименовать...

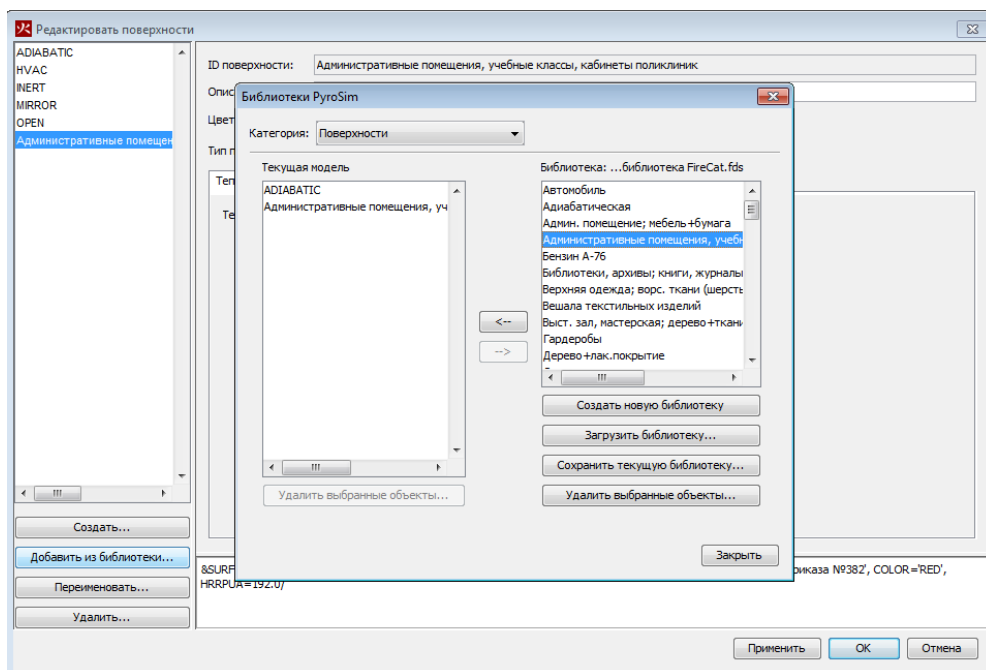
Удалить...

&REAC ID='Админ.помещение; мебель+бумага', FYI=Кошмаров Ю.А.Прогнозирование

Применить OK Отмена

Поверхность

Добавим в модель поверхность типа «горелка» из библиотеки FireCat.



Ее параметры - удельное тепловыделение 192 кВт/м^2 .

ID поверхности: Административные помещения, учебные классы, кабинеты поликлиник

Описание: Пособие к методике приказа №382

Цвет: ■ Внешний вид: ○

Тип поверхности: Горелка

Тепловыделение: Впрыскивание частиц Дополнительно

Тепловыделение

☒ Удельное тепловыделение (HRRPUA): кВт/м²

☐ Скорость потери массы: кг/(м²·с)

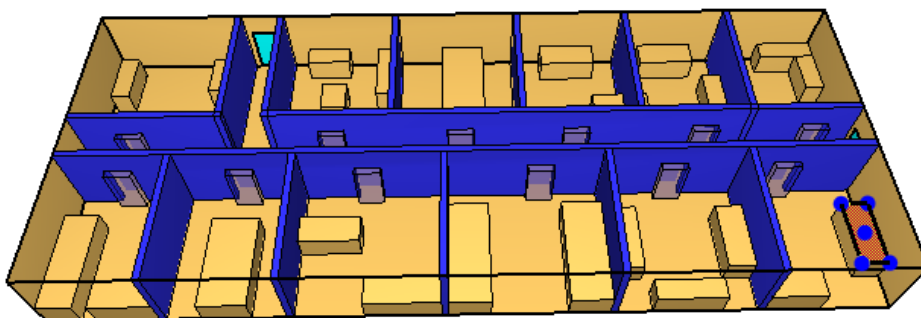
Функция от времени: По умолчанию с

Коэффициент затухания: м²·с/кг

Объект

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

Создадим вентиляционное отверстие в нужном месте:



Свойства вентиляционного отверстия

Общие Геометрия Свойства распространения пламени Дополнительно

ID: fire

Описание:

Группа: Модель

Активация: <Всегда включен>

Поверхность: Административные помещения, учебные классы, кабинеты поликлиник

☐ Задать цвет

☐ Отображать контурами

Начало координат текстуры

☐ Относительно объекта

X: 0,0 m Y: 0,0 m Z: 0,0 m

Границы

Минимум X:	29,0 m	Минимум Y:	1,25 m	Минимум Z:	1,0 m
Максимум X:	30,0 m	Максимум Y:	3,75 m	Максимум Z:	1,0 m

OK Отмена

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

Свойства вентиляционного отверстия

Общие Геометрия Свойства распространения пламени Дополнительно

Геометрия вентиляционного отверстия свойств

Направление нормали: Автоматически (рекомендуется)

Плоскость Z = 1,0 m

Границы

Минимум X:	29,0 m	Минимум Y:	1,25 m	Минимум Z:	0,0 m
Максимум X:	30,0 m	Максимум Y:	3,75 m	Максимум Z:	1,0 m

Площадь: 2,5 m²

Центральная точка: Индивидуальный

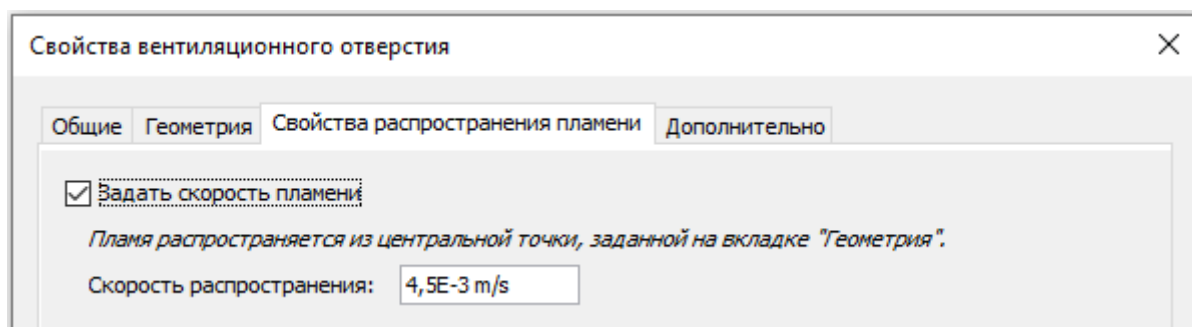
X: 29,5 m Y: 3,5 m Z: 1,0 m

☐ Круглое вентиляционное отверстие


Радиус: 0,0 m

OK Отмена

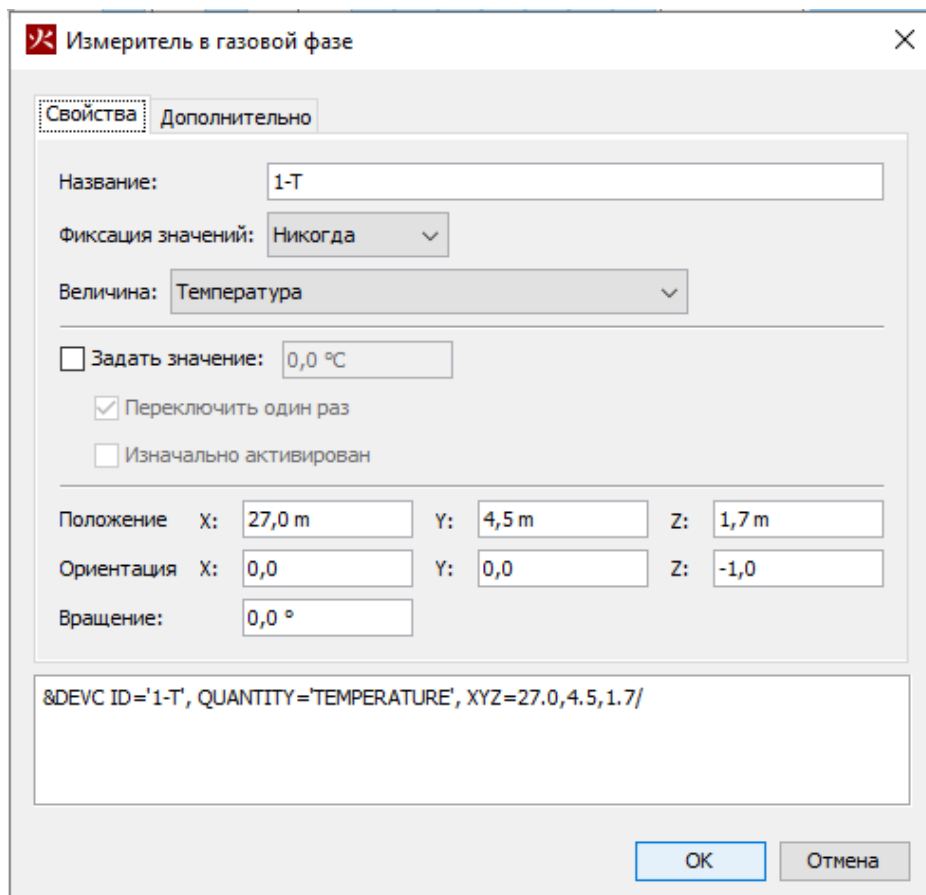
На вкладке «Свойства распространения пламени» нужно задать линейную скорость распространения пламени:



4.4. Создание измерителей-датчиков

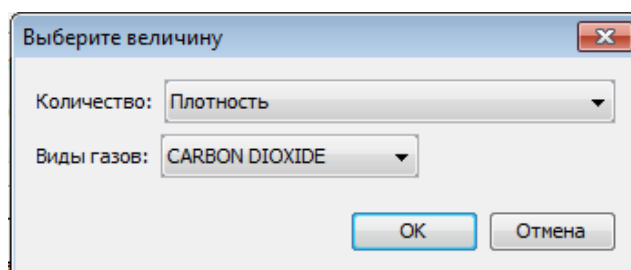
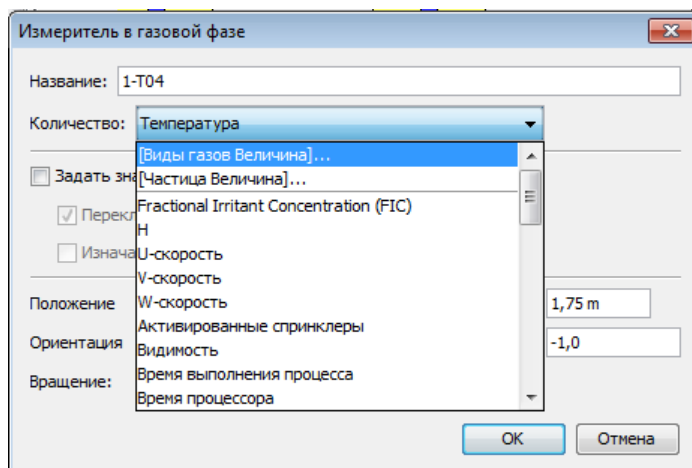
Для измерения опасных факторов пожара в отдельных точках можно использовать измерители в газовой фазе. Их можно создать либо с помощью инструмента «Нарисовать устройство» , либо через меню «Устройства» - «Создать измеритель в газовой фазе».

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

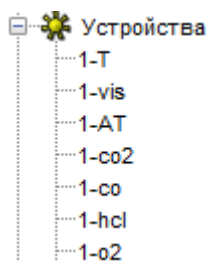


Скопируем измеритель в дерево объектов нужное количество раз и зададим им измерение величин: температура, видимость, поток излучения от газа, плотность угарного газа (CARBON MONOXIDE), плотность углекислого газа (CARBON DIOXIDE), плотность кислорода (OXYGEN), плотность хлористого водорода (HYDROGEN CHLORIDE).

Для измерения газовых величин необходимо выбрать:

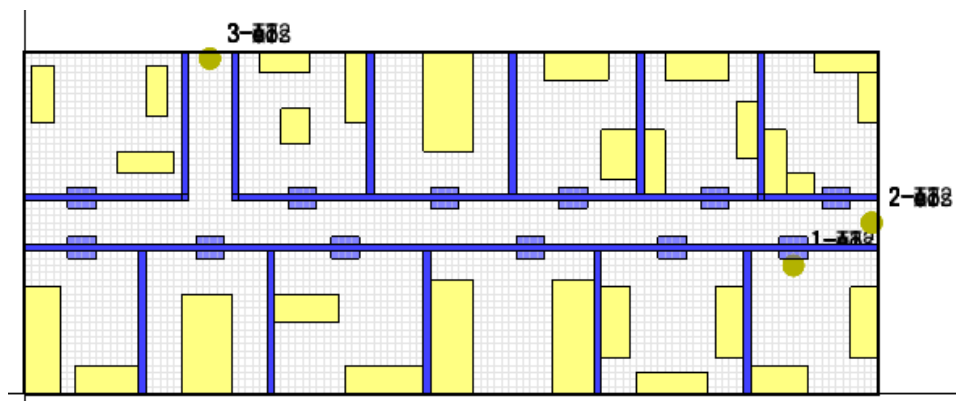


Теперь в одной геометрической точке находится 7 устройств.



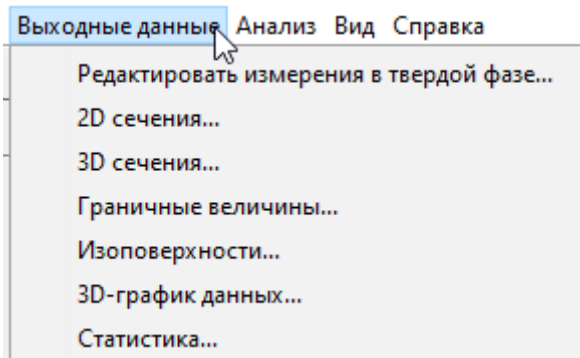
После этого выберем все измерители, скопируем их в нужные места модели и переименуем, чтобы отличать точки друг от друга.

Расположение точек в 2D-виде:



4.5. Создание плоскостей для визуализации ОФП

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

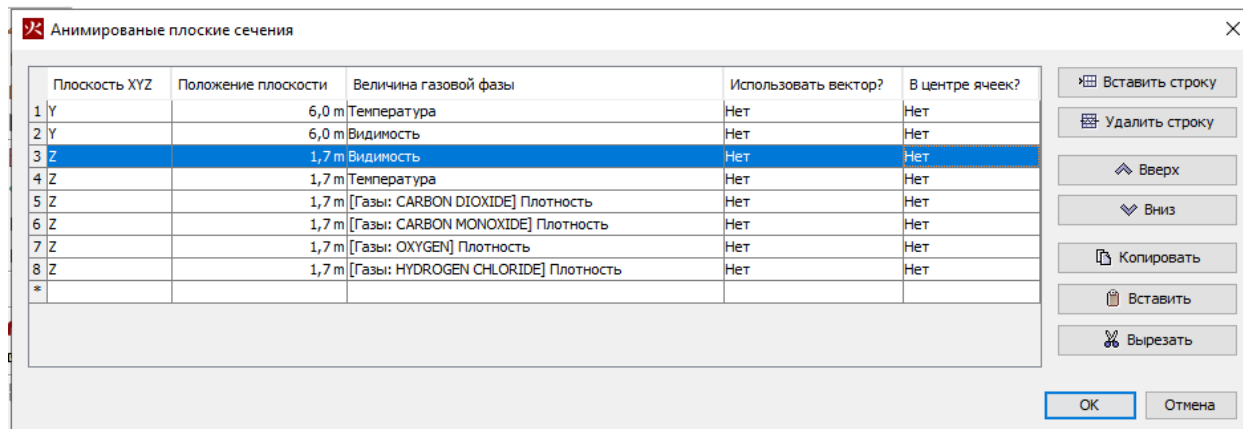


Особенно удобно для визуализации распространения ОФП использовать «2D сечения» - сечение расчетного домена, в котором отображаются выбранные величины.

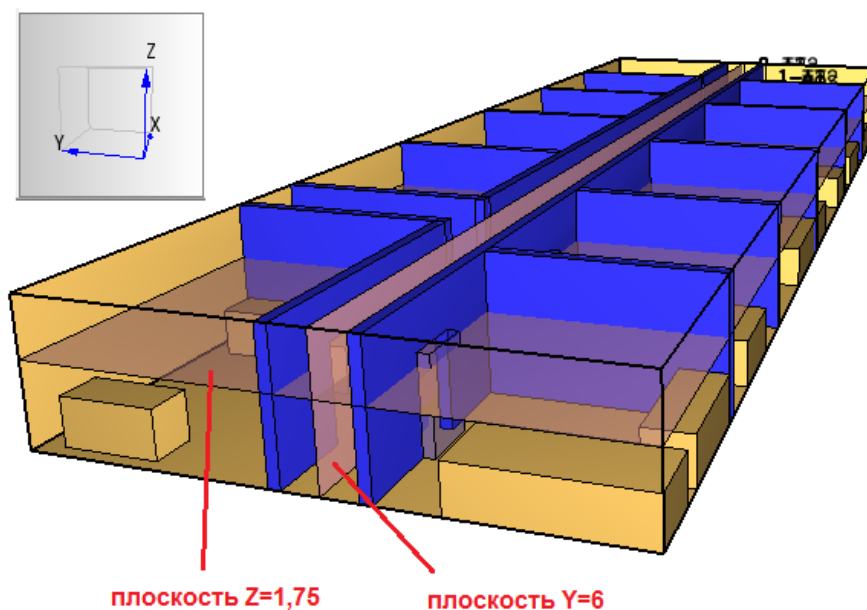
Для создания плоскости необходимо задать, перпендикулярно к какой оси она проходит, в какой точке пересекает ось, какую величину измеряет, и показывать ли в данной плоскости только скалярные величины или и векторные тоже.

Чтобы в FireRisk можно было построить поля вероятности эвакуации и индивидуального пожарного риска, необходимо создать шесть плоскостей на высоте рабочей зоны: 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:



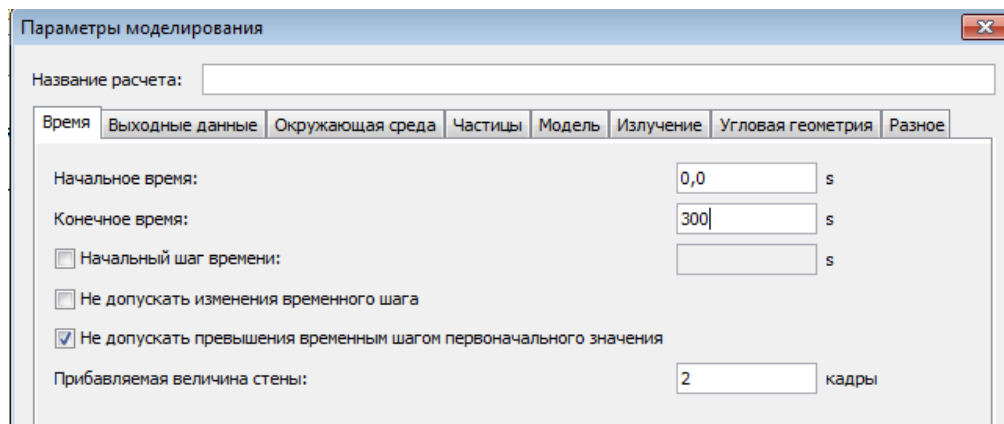
Расположение плоскостей в модели:



4.6. 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:

Параметры моделирования

Название расчета:

Время Выходные данные **Окружающая среда** Частицы Модель Излучение Угловая геометрия Разное

☐ Температура окружающей среды:

☐ Давление окружающей среды:

☐ Массовая доля кислорода в атмосфере:

☐ Массовая доля углекислого газа в атмосфере:

☐ Настройка ветра

☐ Относительная влажность:

☐ Уровень земли:

☐ Максимальная видимость:

☒ Коэффициент видимости:

☐ Задать силу тяжести

X:

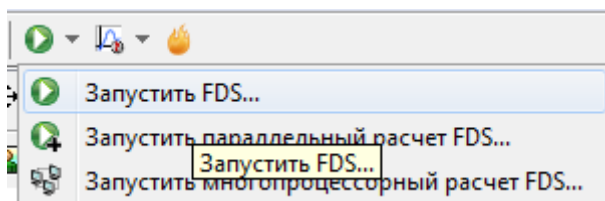
Y:

Z:

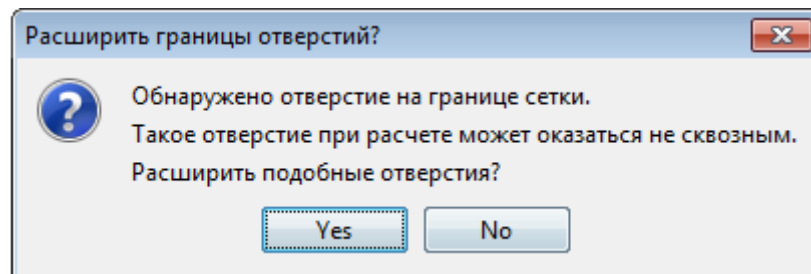
Остальные параметры описаны в руководстве пользователя PyroSim.

4.7. Запуск расчета

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

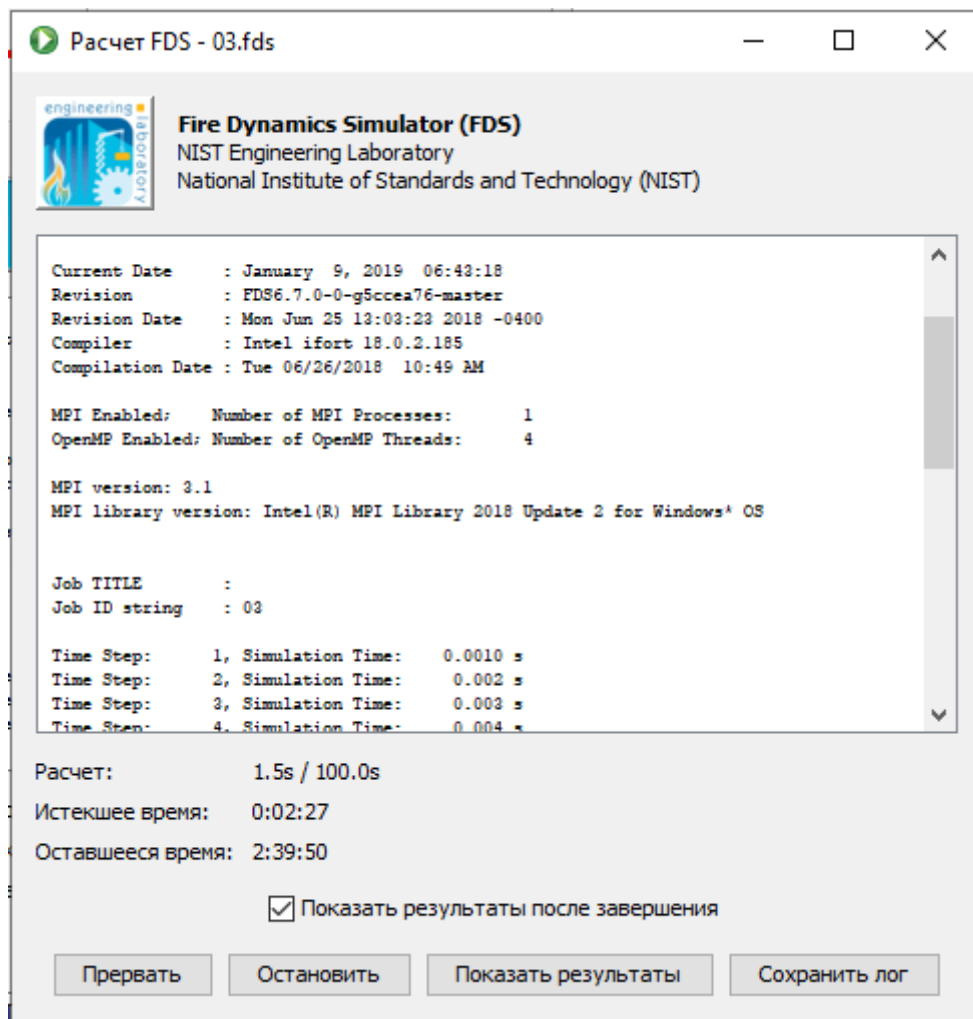


Перед запуском моделирования программа проверит геометрию и может задать вопрос:



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.

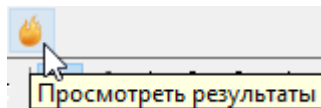
Кнопка «Прервать» означает быстрое завершение расчета, без сохранения результатов для продолжения моделирования.

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

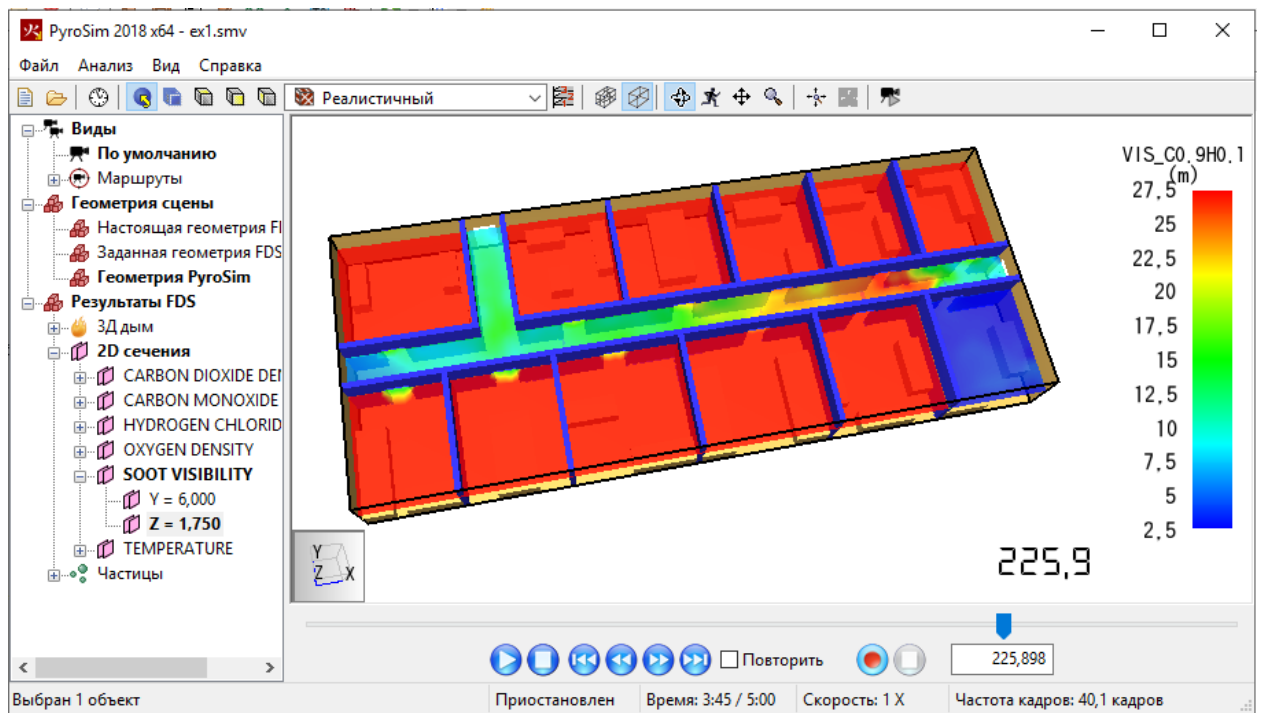
Кнопка «Показать результаты» позволяет запустить программу для визуализации результатов. Обратите внимание, если название расчета содержит русские буквы, то откроется пустое окно программы результатов. Для просмотра результатов откройте файл с расширением «smv» через меню «Файл» – «Открыть».

4.8. 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).

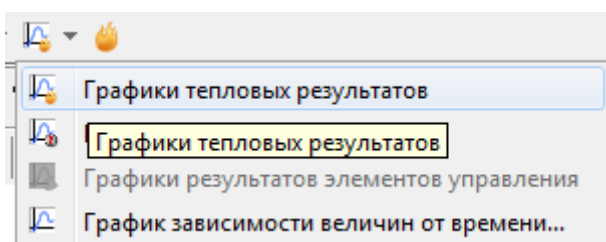
На рисунке выше выбрано два сечения температуры. Справа приведена цветовая шкала. Снизу показан бегунок времени и кнопки управления просмотром.

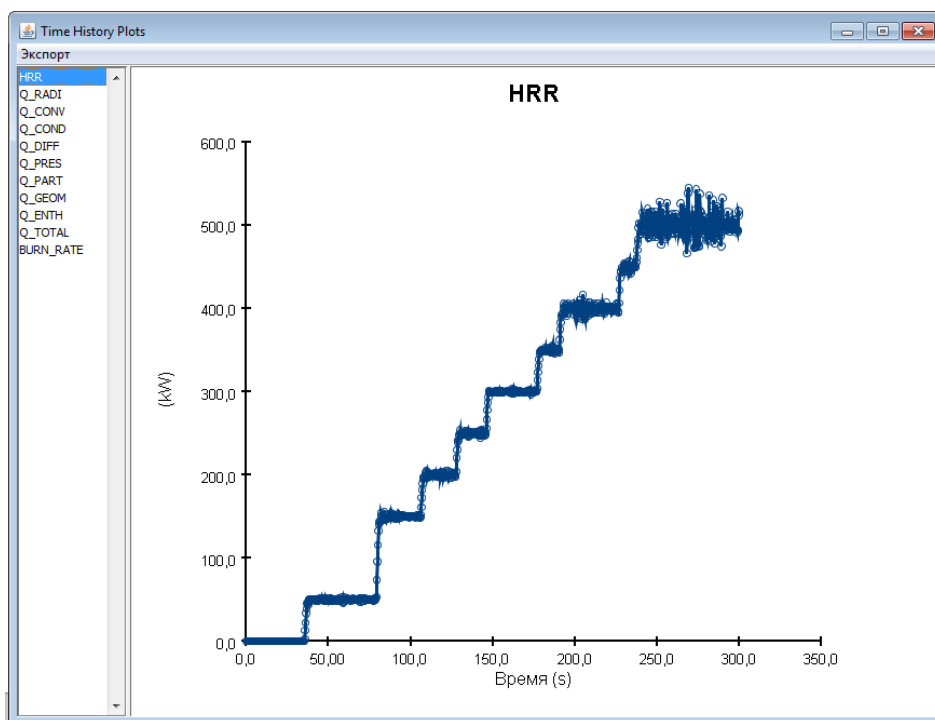
Программа просмотра результатов позволяет загружать и просматривать совместно результаты ОФП и эвакуации, сохранять скриншоты, записывать видео. Подробнее работа с результатами описана в руководстве пользователя программы результатов.

4.9. Анализ результатов в PyroSim

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

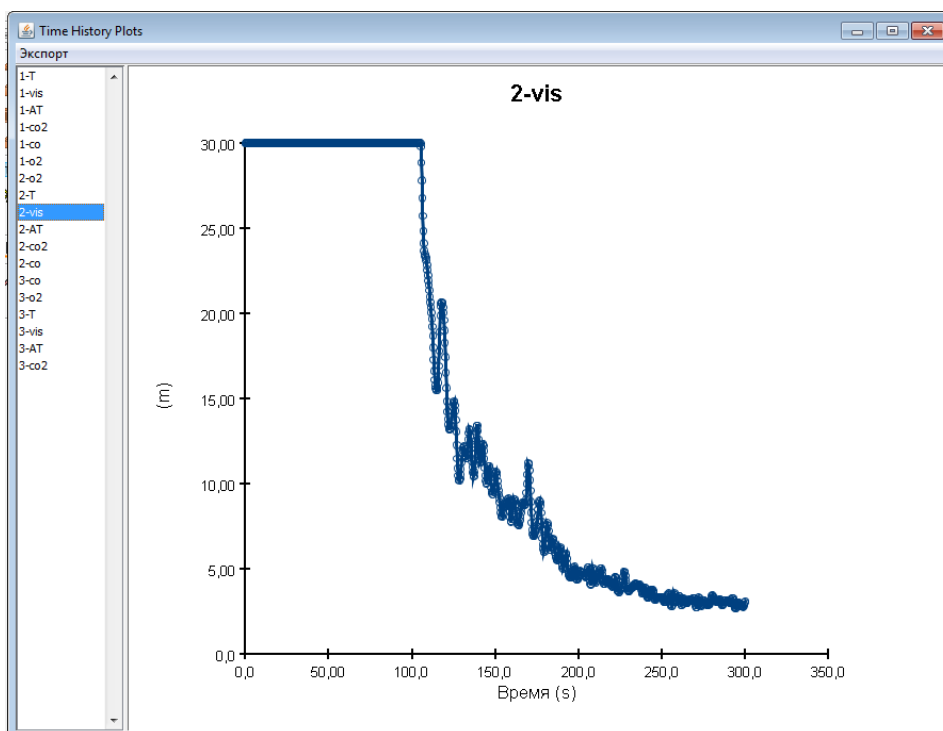
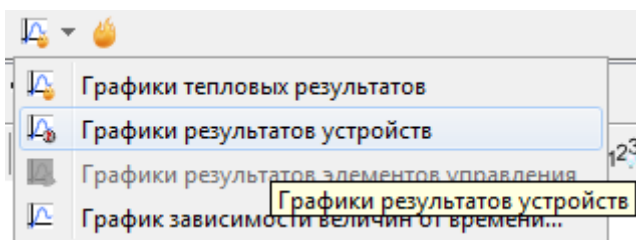
График скорости тепловыделения и других тепловых величин:





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:



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 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 «ex1.pth», в котором можно посмотреть уже полностью созданную модель.

5.1. Создание топологии

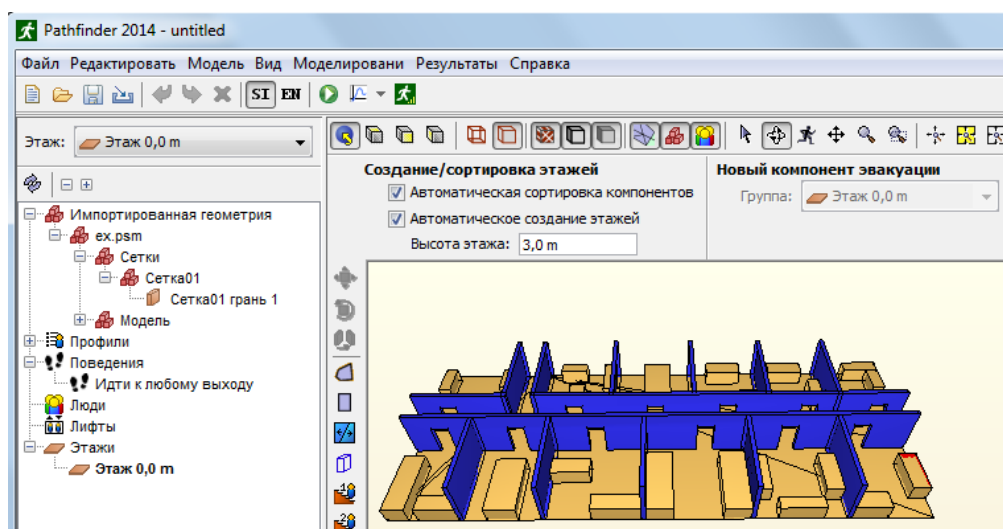
Топологию в Pathfinder можно создавать с нуля, а можно использовать в качестве основы ранее созданную топологию из файла CAD или PyroSim.

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. В данном примере будут использованы только помещения и двери.

Импортируем топологию из PyroSim . Топология помещается в раздел «Импортированная геометрия».

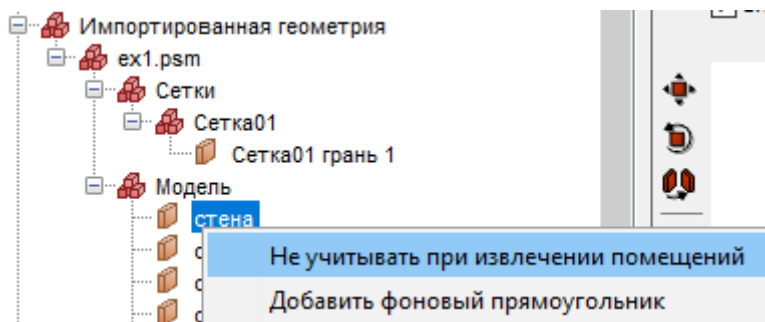


Данные объекты – только база, напрямую расчет эвакуации на ней невозможен. Необходимо преобразовать импортированную геометрию в объекты, понятные Pathfinder.

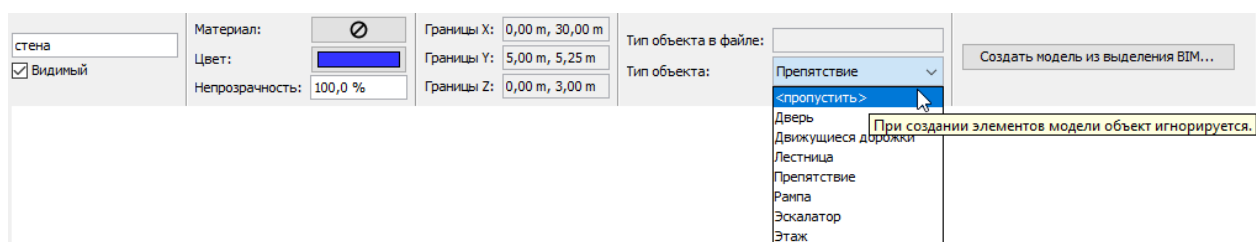
Для этого используем функцию «Извлечь геометрию».


Сначала надо определить, какие объекты или слои должны участвовать в создании топологии, а какие нужно проигнорировать (например, при извлечении топологии из файла CAD нужно игнорировать оси и надписи).

Если объекты не должны участвовать в извлечении, то нужно выбрать в контекстном меню

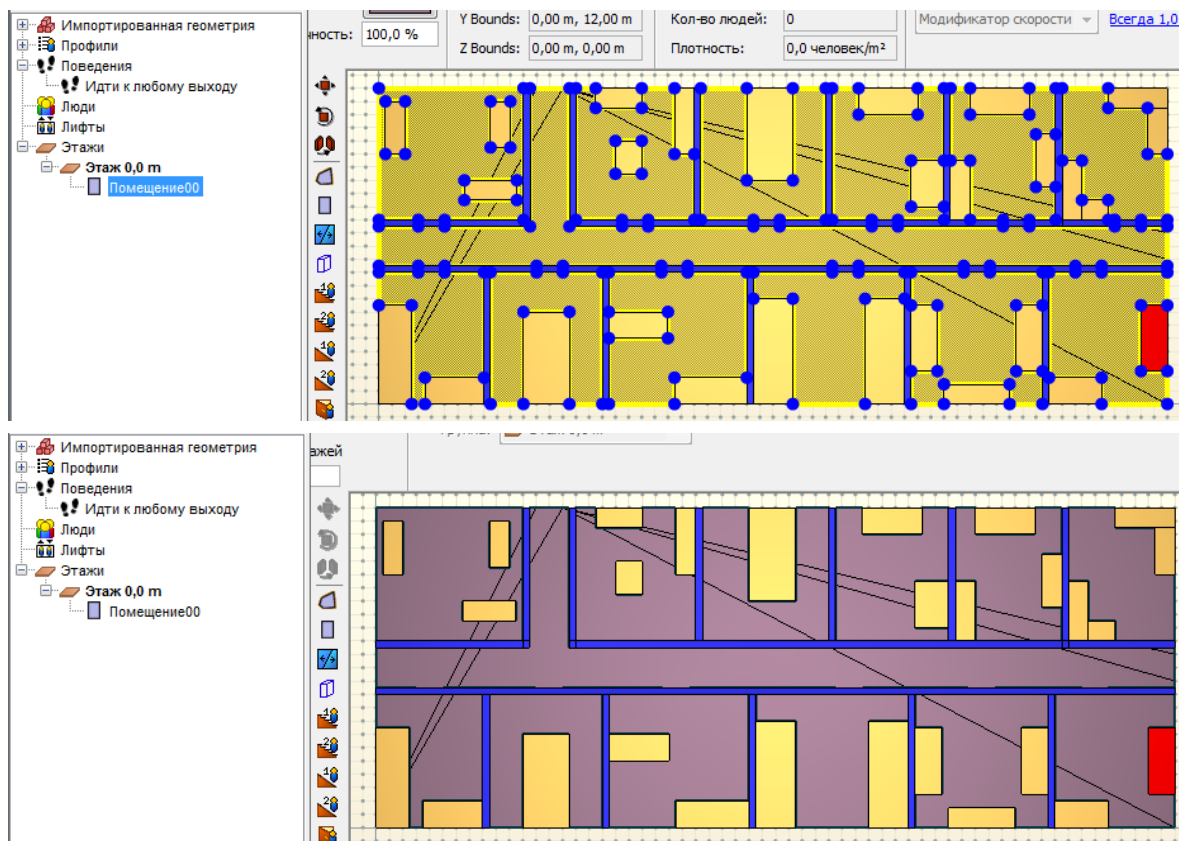


Либо установить свойство «Тип объекта» на панели свойств «пропустить»:

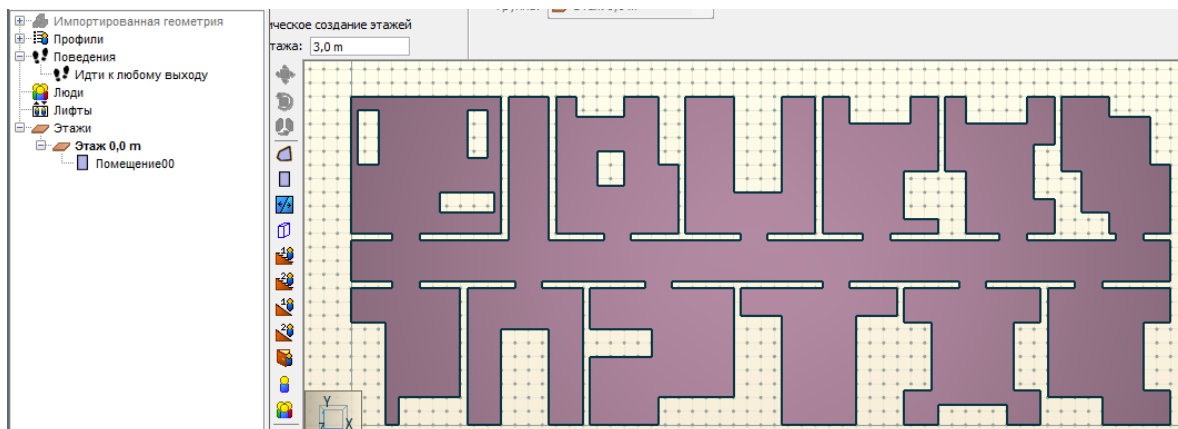


Для извлечения нажимаем кнопку  на боковой панели инструментов и кликаем куда-нибудь на объекты сцены, либо выбираем команду «Создать модель из выделения BIM» в контекстном меню или на панели свойства.

В модели появилось одно помещение сложной формы:




Вид с отключенной импортированной геометрией:



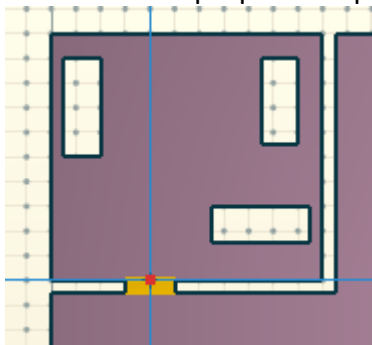
Теперь в модели нужно создать двери. Двери в Pathfinder выполняют следующие функции:

- дверь, связанная только с одним объектом – «выход»;
- дверь, связанная с двумя объектами – дверь между объектами;
- все двери являются измерителями потока, т.е. можно узнать время прохождения людей через двери.

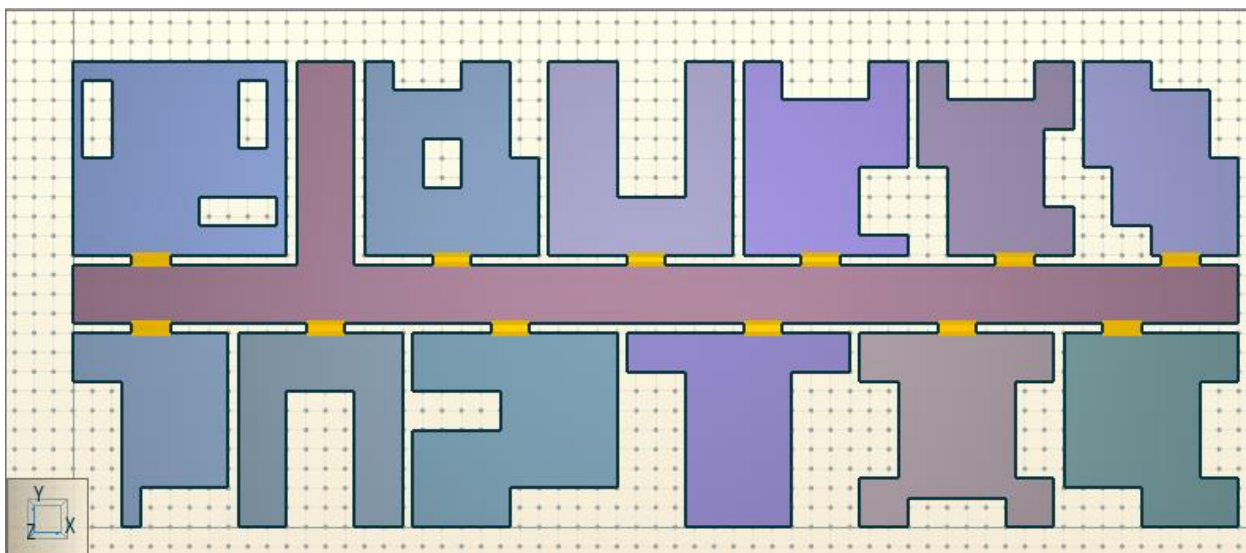
Чтобы легко разделить помещение на части, выберем инструмент дверь  и зададим параметры:

Максимальная ширина:	<input type="text" value="100,0 cm"/>
Максимальная глубина:	<input type="text" value="25,0 cm"/>

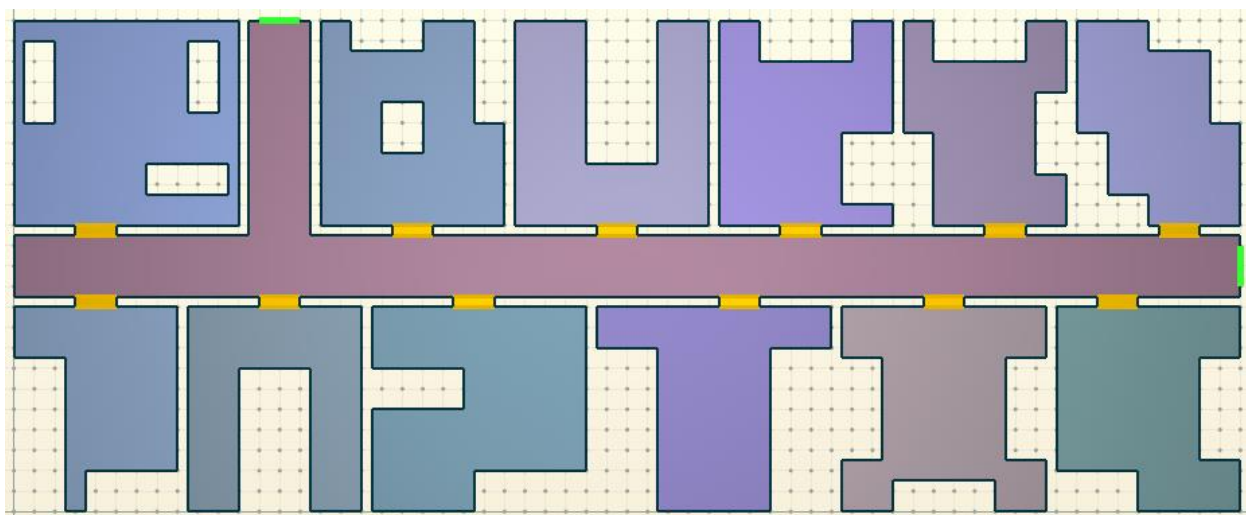
Теперь, при наведении курсора на «перешеек» шириной не более 100 см и глубиной не более 25 см программа предлагает создать дверь:




Создадим двери в нужных местах:

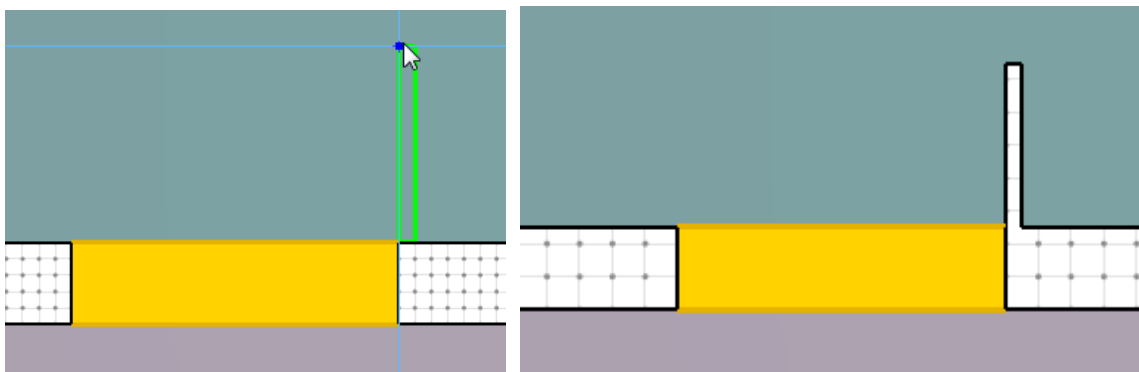



Кроме того, нужно создать двери-выходы (т.е. двери на внешних границах помещений). Такие двери являются важными для задания поведения агентов (являются конечной точкой движения).



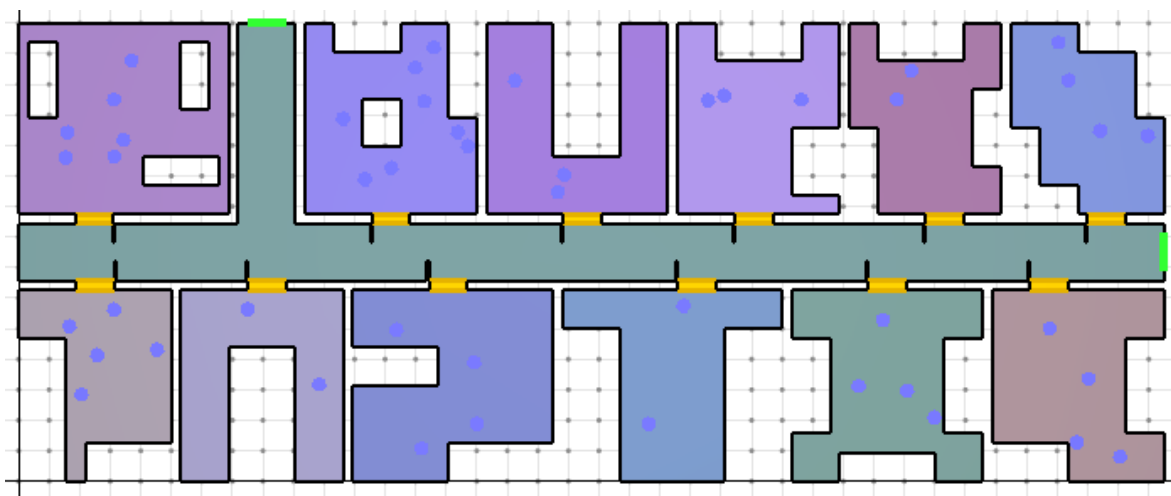
Согласно требованию СП 1.13130.2009, п. 4.3.3, при открывании дверей в коридор необходимо уменьшать расчетную ширину коридора. Поскольку в Pathfinder отсутствует понятие расчетной ширины, есть только ширина геометрическая, для выполнения этого требования можно создать дополнительные препятствия в коридоре возле дверей.

С помощью инструмента «Добавить толстую стену»  создадим вырезы в коридоре длиной в половину размера створки:



(аналогично для этой цели можно использовать и инструмент «Добавить тонкую стену» ).

Создадим такие препятствия возле каждой двери:



Топология создана.

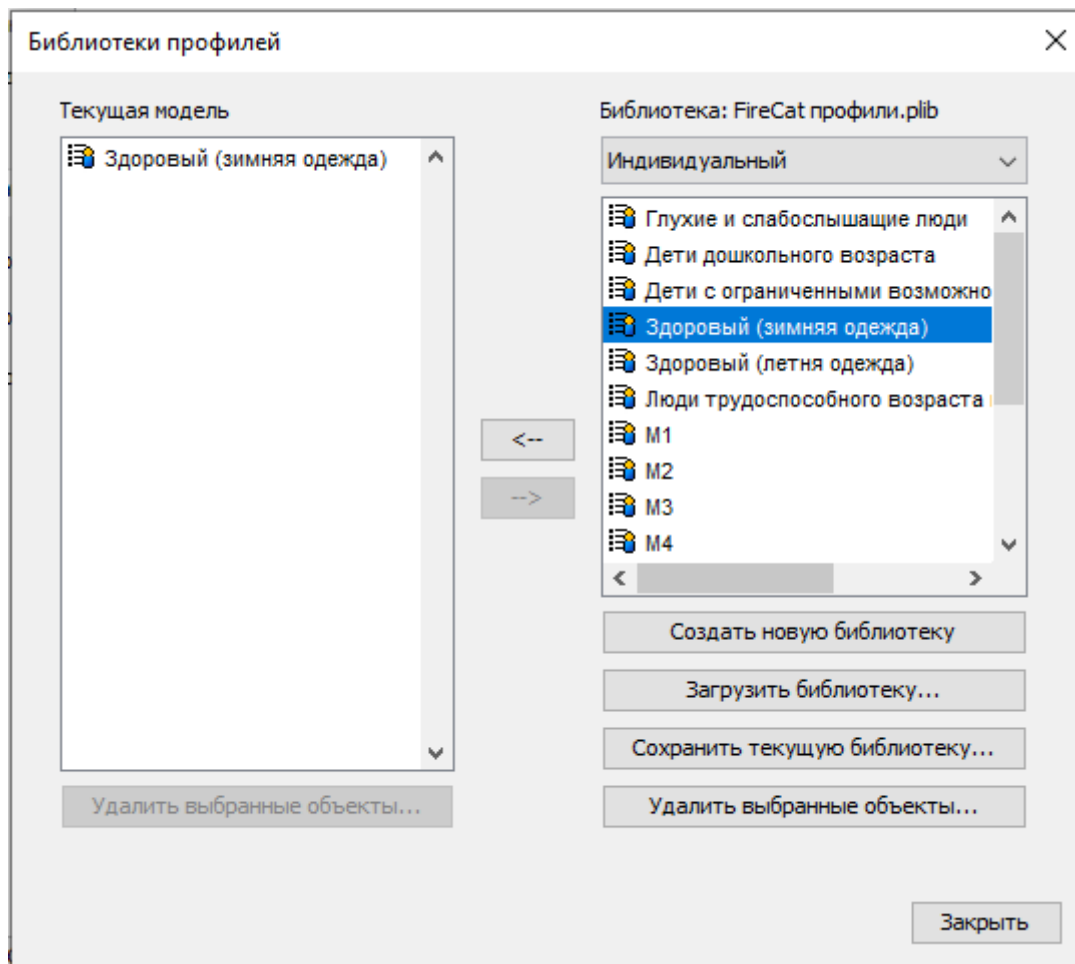
5.2. Добавление профилей

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

В данной модели будут использоваться только здоровый люди. 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:



5.3. Создание поведения

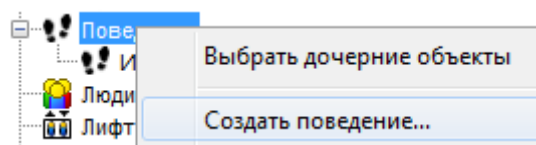
Поведение задает, какие действия будут выполнять люди после запуска моделирования. Конечным результатом любого поведения должно быть движение к какому-либо выходу. Между началом движения и выходом из модели люди могут совершать различные действия: идти в указанные помещения или к указанной точке, дожидаться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

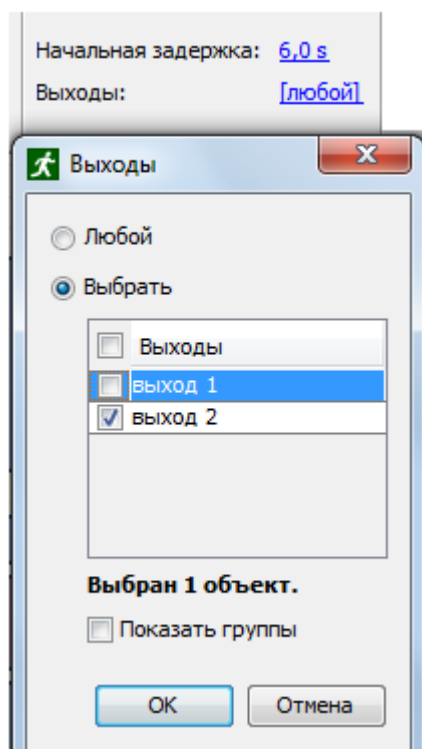
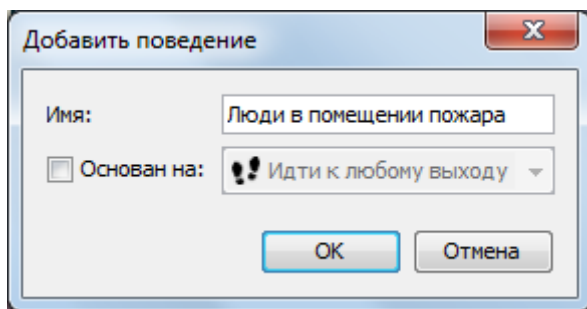
В поведении может быть указано более одно выхода, и тогда люди при движении будут выбирать, к какому выходу им предпочтительнее идти.

В данном примере поведение самое простое – люди должны двигаться к выходу 2 (так как выход 1 находится возле источника пожара и считается заблокированным).

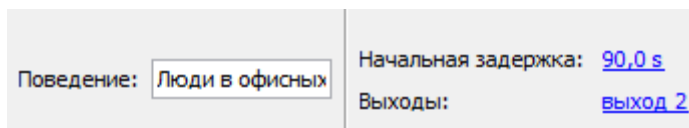
Начать движение люди в помещении пожара должны через 6 секунд после начала моделирования, остальные – через 1.5 минуты (90 секунд).

Так что создаем 2 поведения:





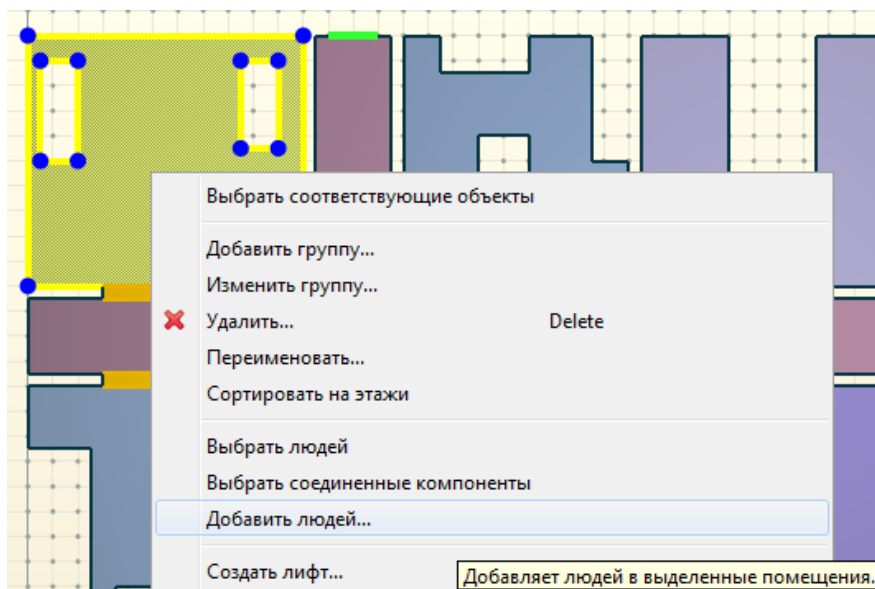


Второе поведение «люди в офисных помещениях» создается аналогично, с начальной задержкой 90 секунд:

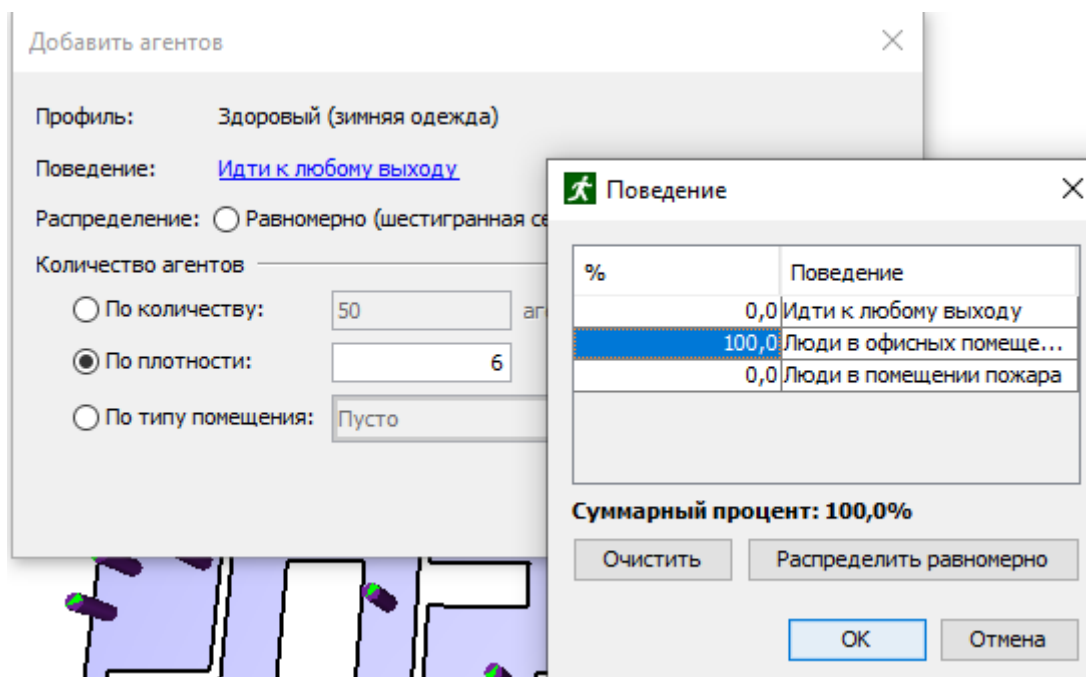


5.4. Создание и размещение агентов

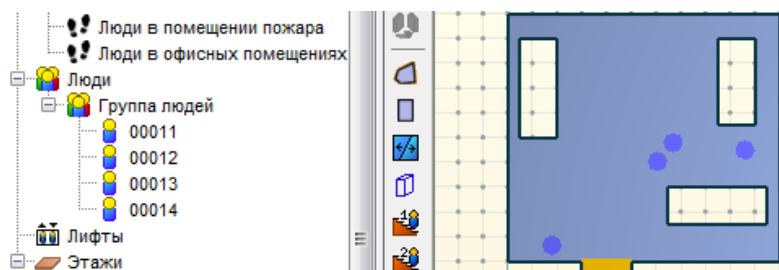
Добавлять агентов можно по одному  либо группами  с помощью инструментов на панели слева. Также можно добавлять агентов прямо в помещение через контекстное меню:



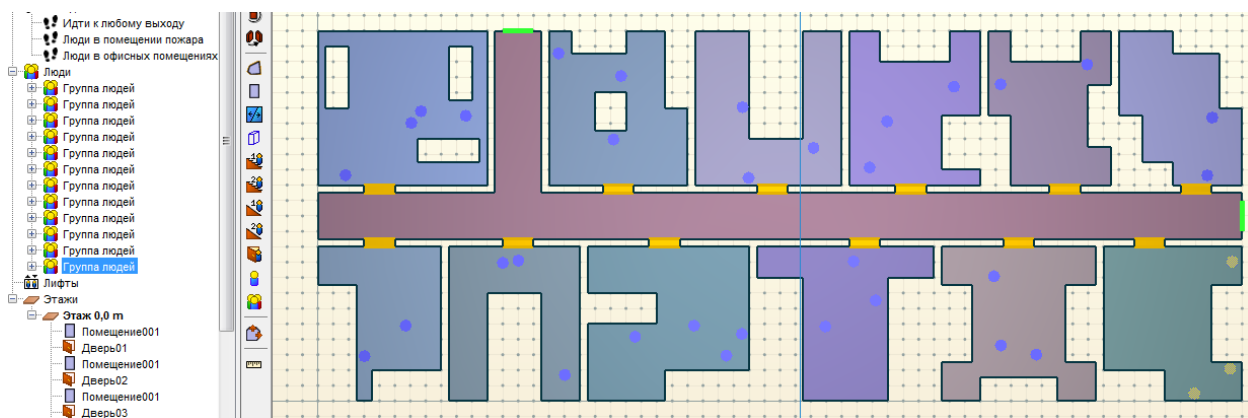
Здесь нужно задать распределение профилей и поведения, а также количество агентов. В данном примере все агенты имеют профиль «Здоровые люди» и поведение у них «Люди в офисных помещениях». Количество задается из расчета $6 \text{ м}^2/\text{чел}$:



Итого в помещение площадью 24 кв.м. при плотности $6 \text{ м}^2/\text{чел}$ было добавлено 4 агента:

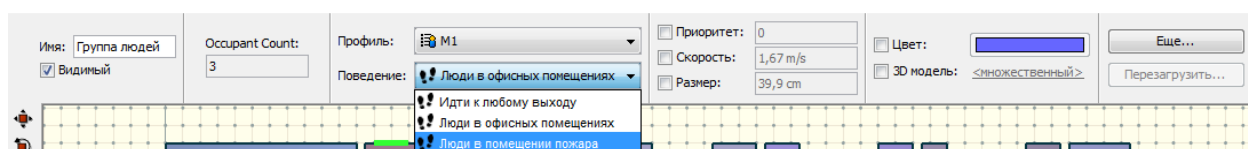



Аналогично добавим агентов в остальные помещения:

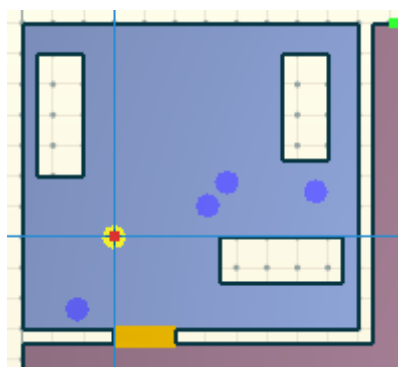
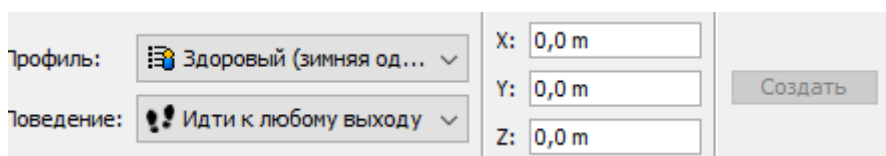


Не забудем, что в помещении пожара агенты должны иметь поведение «Люди в помещении пожара».

Если забыли, исправим уже для созданных агентов. При выделении агента или группы агентов на верхней панели появляются заданные свойства, где их можно изменить:



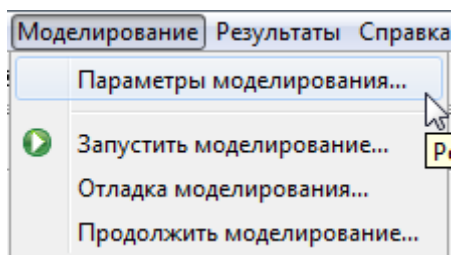
В распределении агентов по плотности есть погрешность – программа считает площадь помещения с учетом вырезанных контуров (т.е., получается, исключая оборудование). Чтобы это компенсировать, добавим еще по одному человеку в каждое помещение с помощью кнопки  (нажать кнопку и кликнуть в нужное место модели для добавления агента):



5.5. Общие параметры моделирования

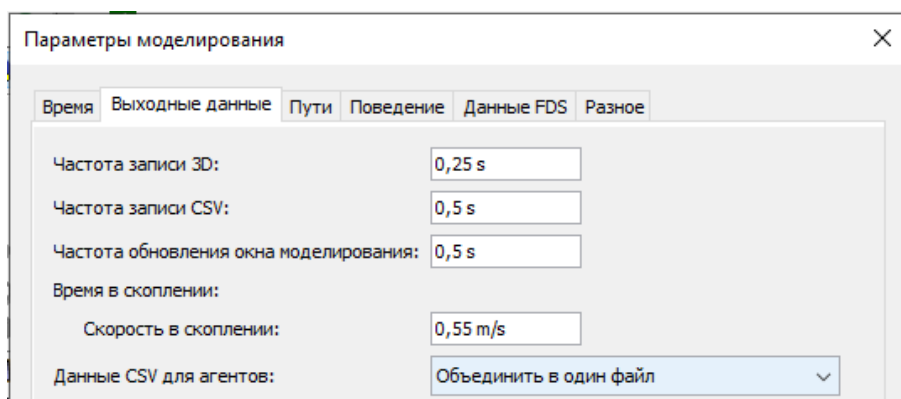
Перед запуском расчета необходимо настроить некоторые общие параметры.

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

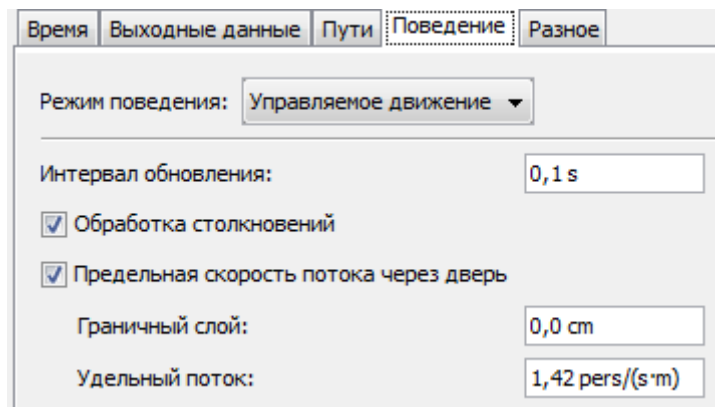


На вкладке «Выходные данные» можно изменить «Частоту записи CSV». По умолчанию задано значение 0,5 секунд. При импорте данных в FireRisk может появиться предупреждение, что необходимо уменьшить частоту записи CSV. В этом случае нужно уменьшить этот параметр и повторить расчет.

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.

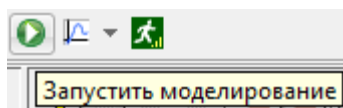


На вкладке «Поведение» необходимо задать режим поведения «Управляемое движение», установить граничный слой равным 0, а удельный поток – 1,42 чел/с*м (соответствует интенсивности движения 8,5 м/мин для плотности 0,9 м²/м²):



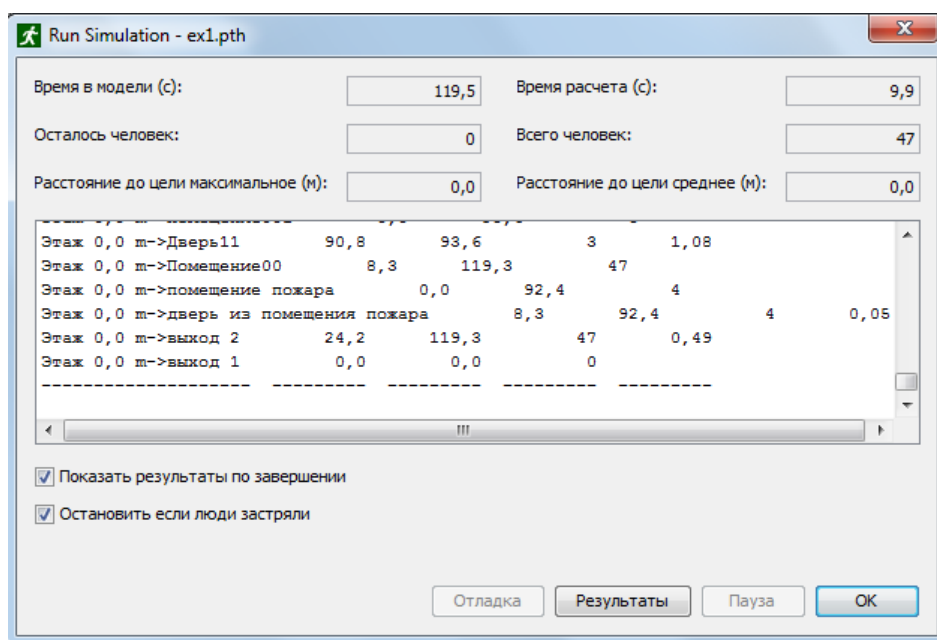
5.6. Запуск расчета

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



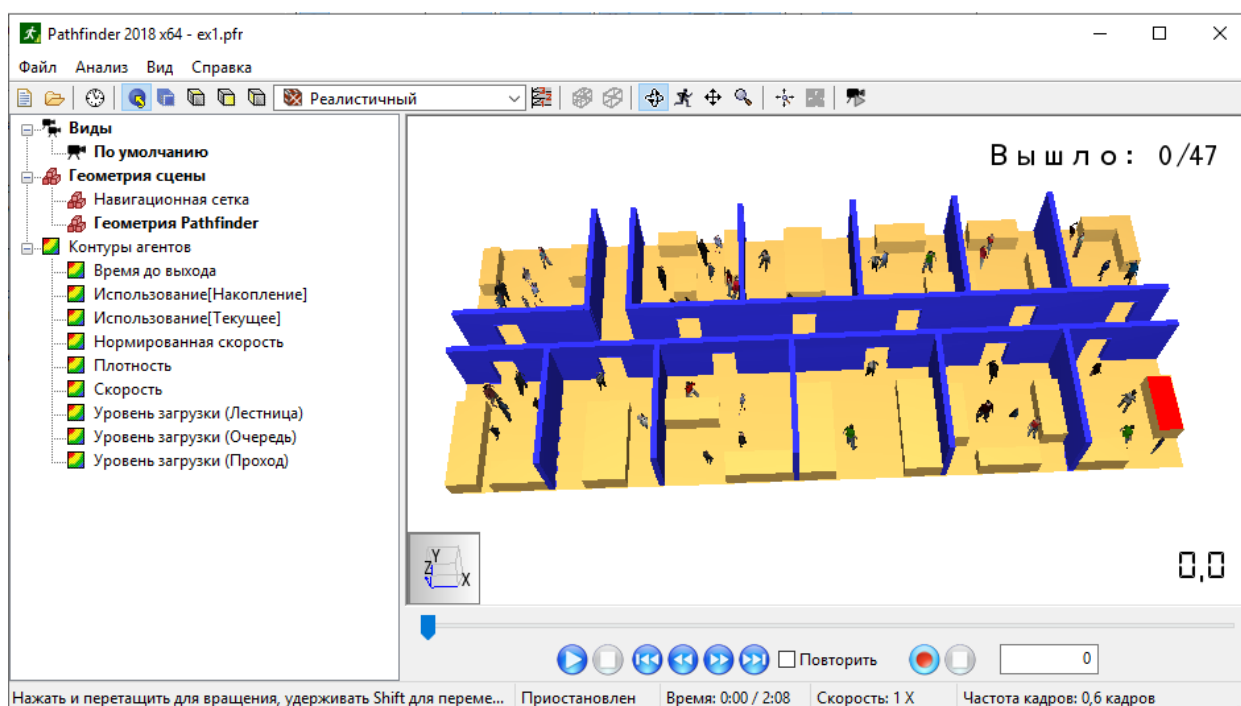
Откроется окно моделирования, где будет приводиться информация в процессе расчета – время, прошедшее в модели, физическое время расчета, сколько агентов участвует в

модели и сколько еще осталось на текущий момент моделирования, расстояние до выхода.

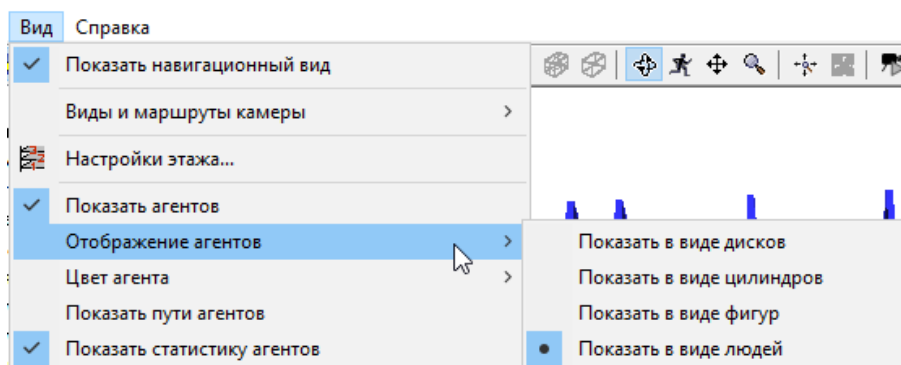


5.7. Просмотр результатов расчета

После завершения моделирования откроется программа для просмотра результатов моделирования:

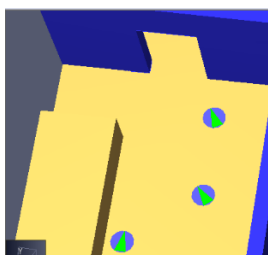


Вид агентов (людей) на сцене можно выбрать в меню «Вид» – «Отображение агентов»:

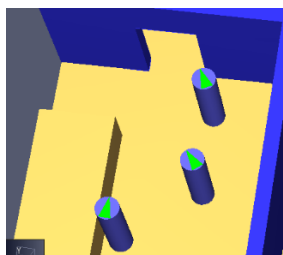


При этом агенты выглядят следующим образом:

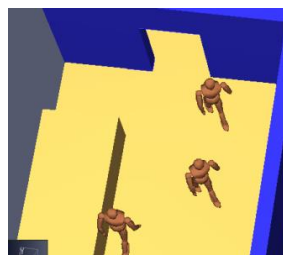
диски



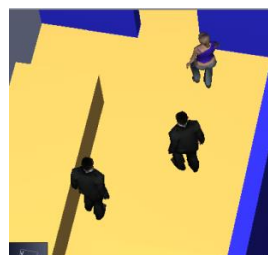
цилиндры



фигуры

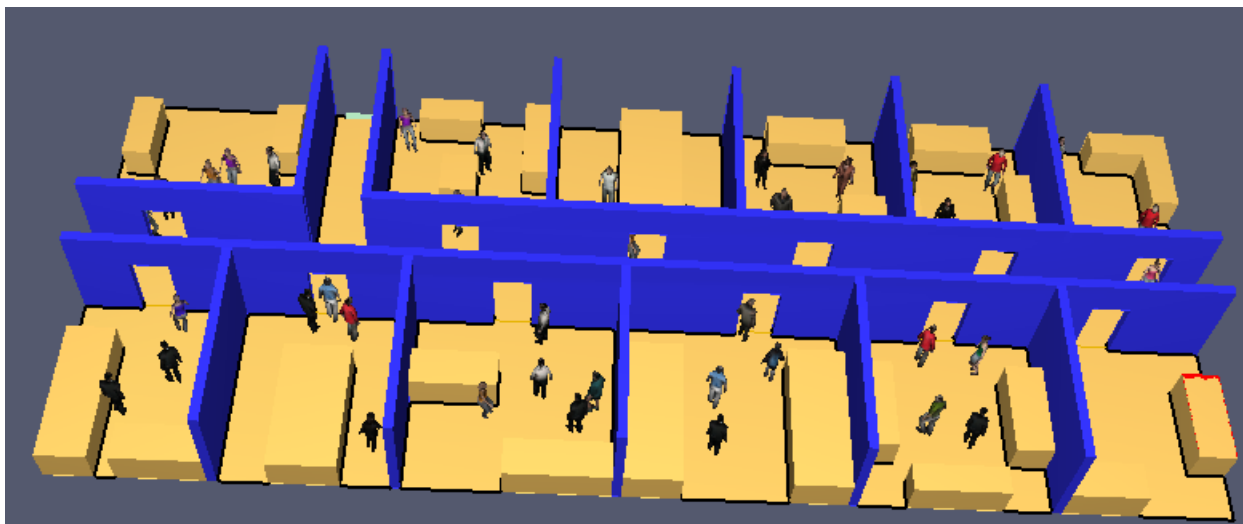


3D-модели людей

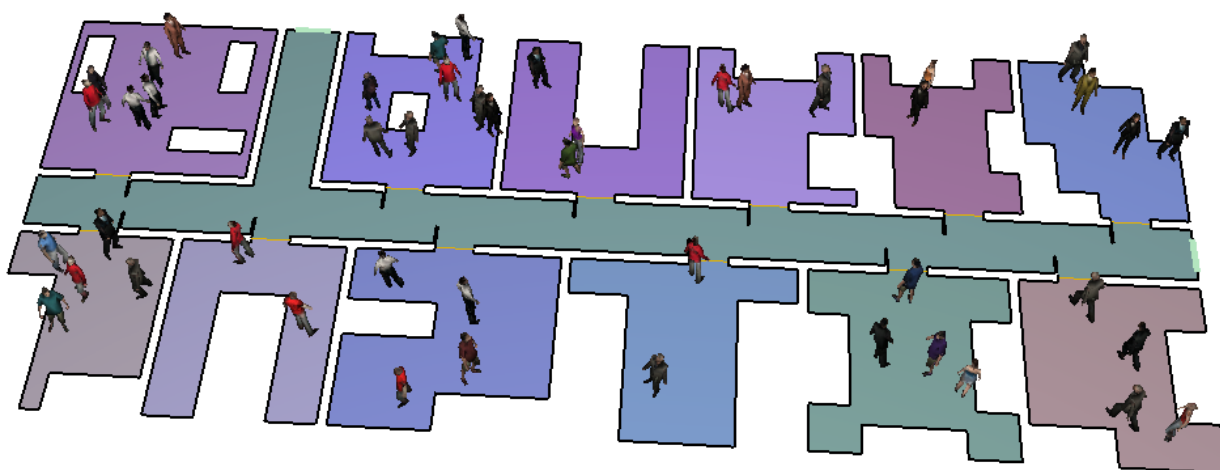


В дереве объектов слева можно выбрать двойным кликом мыши, отображать навигационную или импортированную геометрию, или обе.

Отображение импортированной геометрии:

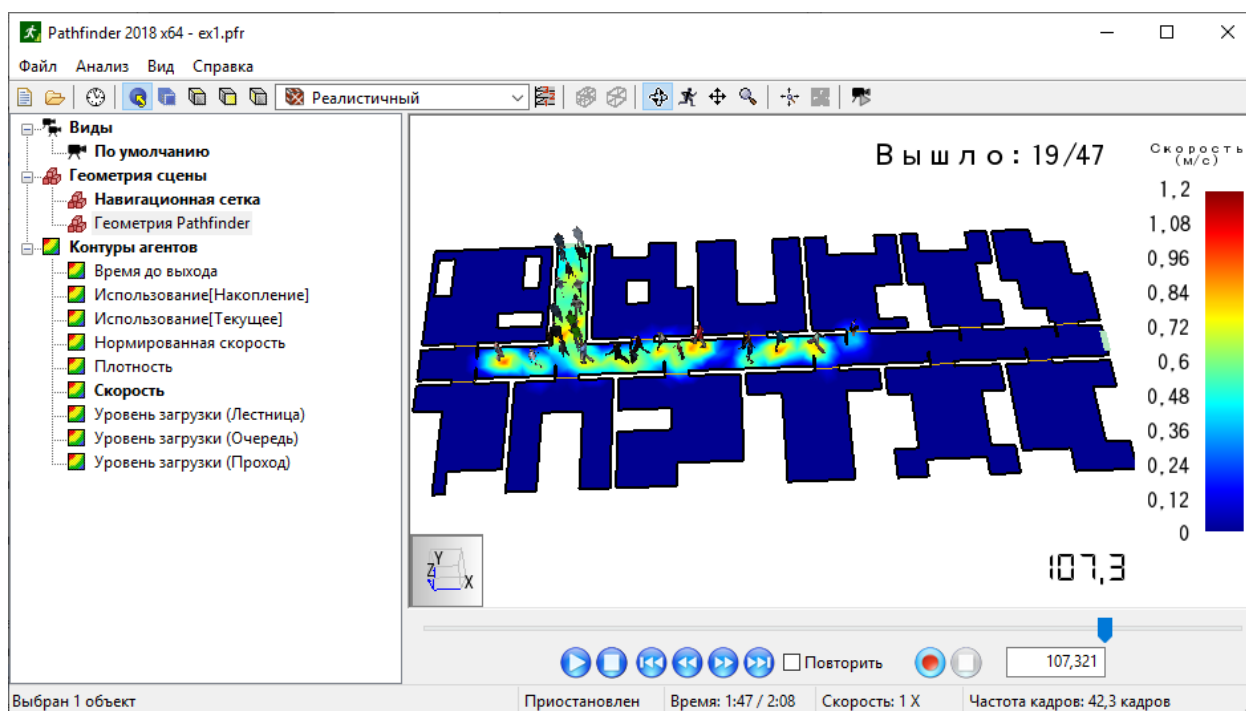



Отображение навигационной сетки:

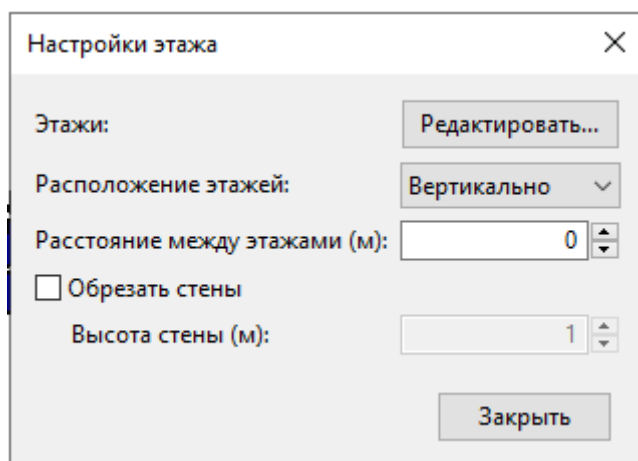


Снизу окна показан бегунок времени и кнопки управления просмотром.

В дереве объектов можно выбрать «Контурсы 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.



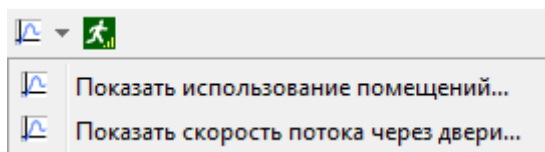
Программа просмотра результатов позволяет загружать и просматривать совместно результаты ОФП и эвакуации, сохранять скриншоты, записывать видео.

Подробнее работа с результатами описана в руководстве пользователя программы результатов.

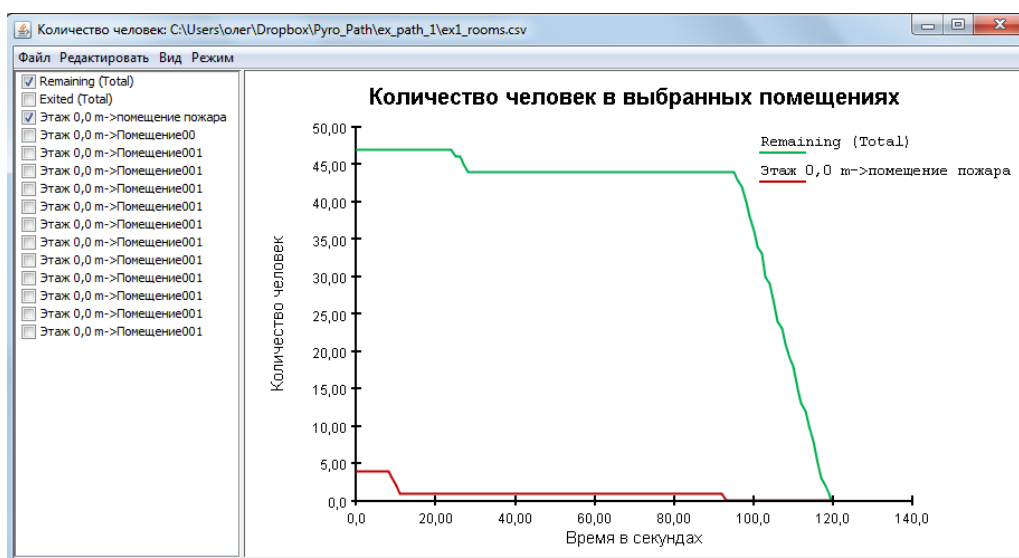
5.8. Анализ результатов в Pathfinder

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

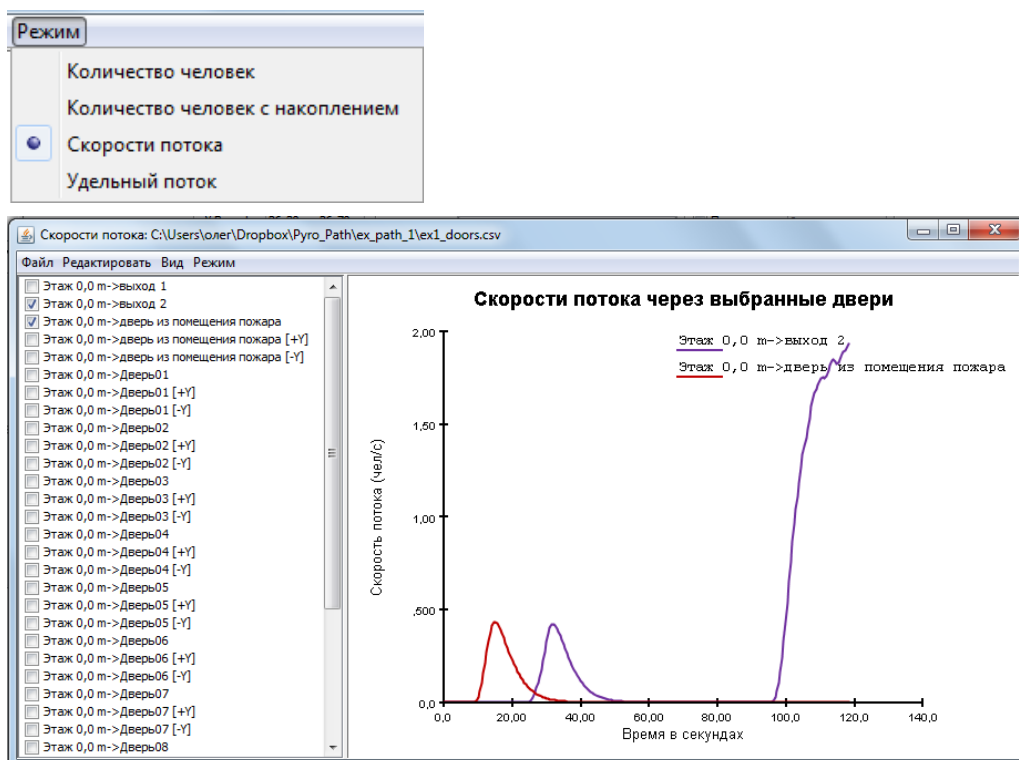
Открыть графики можно либо из меню «Результаты», либо из панели инструментов:



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

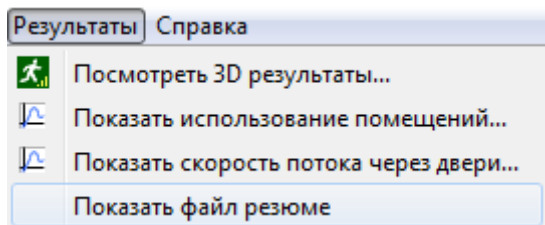


На графике «скорость потока через двери» можно выбрать величину, которую хочется посмотреть:



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.

ex1_summary.txt — Блокнот

ФайлПравкаФорматВидСправка

SUMMARYSUMMARY***SUMMARY***SUMMARY***SUMMARY***

Simulation:ex1
Mode:Steering (Flow-limited)
Total occupants:47
Exit Times (s):
Min:24,6
Max:120,5
Average:101,5
StdDev:23,8

[Components] All:27
[Components] Doors:14
Triangles:230
Startup Time:0,1s
CPU Time:5,1s

	ROOM/DOOR	FIRST IN (s)	LAST OUT (s)	TOTAL USE (pers)	FLOW AVG. (pers/s)
Этаж 0,0	m->Помещение001	0,0	98,8	6	
Этаж 0,0	m->дверь00	92,0	98,8	6	0,88
Этаж 0,0	m->Помещение001	0,0	95,2	5	
Этаж 0,0	m->дверь01	91,1	95,2	5	1,23
Этаж 0,0	m->Помещение001	0,0	92,9	2	
Этаж 0,0	m->дверь02	91,1	92,9	2	1,14
Этаж 0,0	m->Помещение001	0,0	106,0	9	
Этаж 0,0	m->дверь03	91,5	106,0	9	0,62
Этаж 0,0	m->Помещение001	0,0	93,6	4	
Этаж 0,0	m->дверь04	92,1	93,6	4	2,62
Этаж 0,0	m->Помещение001	0,0	93,6	3	
Этаж 0,0	m->дверь05	91,3	93,6	3	1,30
Этаж 0,0	m->Помещение001	0,0	93,0	2	
Этаж 0,0	m->дверь06	91,0	93,0	2	0,99
Этаж 0,0	m->Помещение001	0,0	95,3	3	
Этаж 0,0	m->дверь07	92,7	95,3	3	1,18
Этаж 0,0	m->Помещение001	0,0	95,2	4	
Этаж 0,0	m->дверь08	91,3	95,2	4	1,01
Этаж 0,0	m->Помещение001	0,0	93,3	2	
Этаж 0,0	m->дверь09	92,7	93,3	2	
Этаж 0,0	m->Помещение001	0,0	94,0	4	
Этаж 0,0	m->дверь10	92,1	94,0	4	2,19

Как видно, для анализа результатов очень полезно давать дверям и помещениям «говорящие» названия, чтобы отличать их друг от друга было проще.

5.9. Обработка результатов в FireRisk

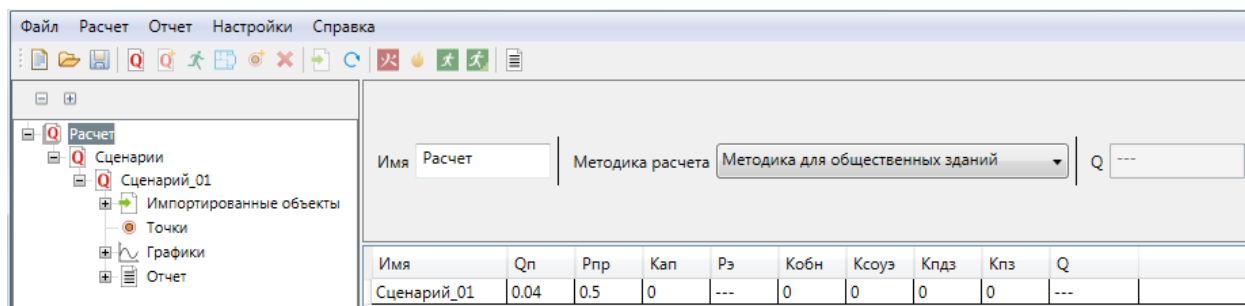
Результаты расчета можно легко обработать и проанализировать, используя программу FireRisk.

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

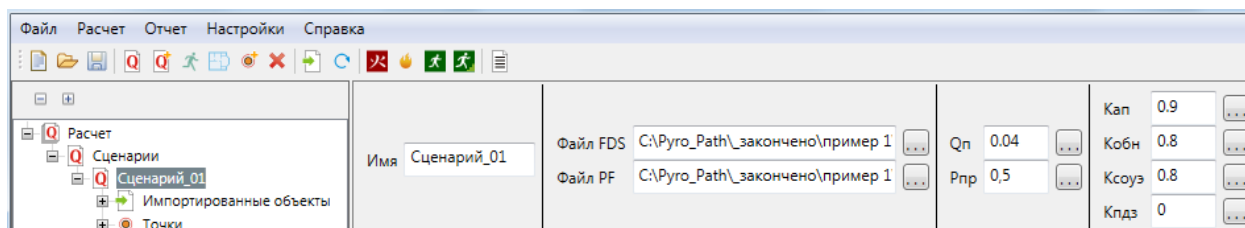
6. Работа в FireRisk

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 данном примере – для общественных зданий):



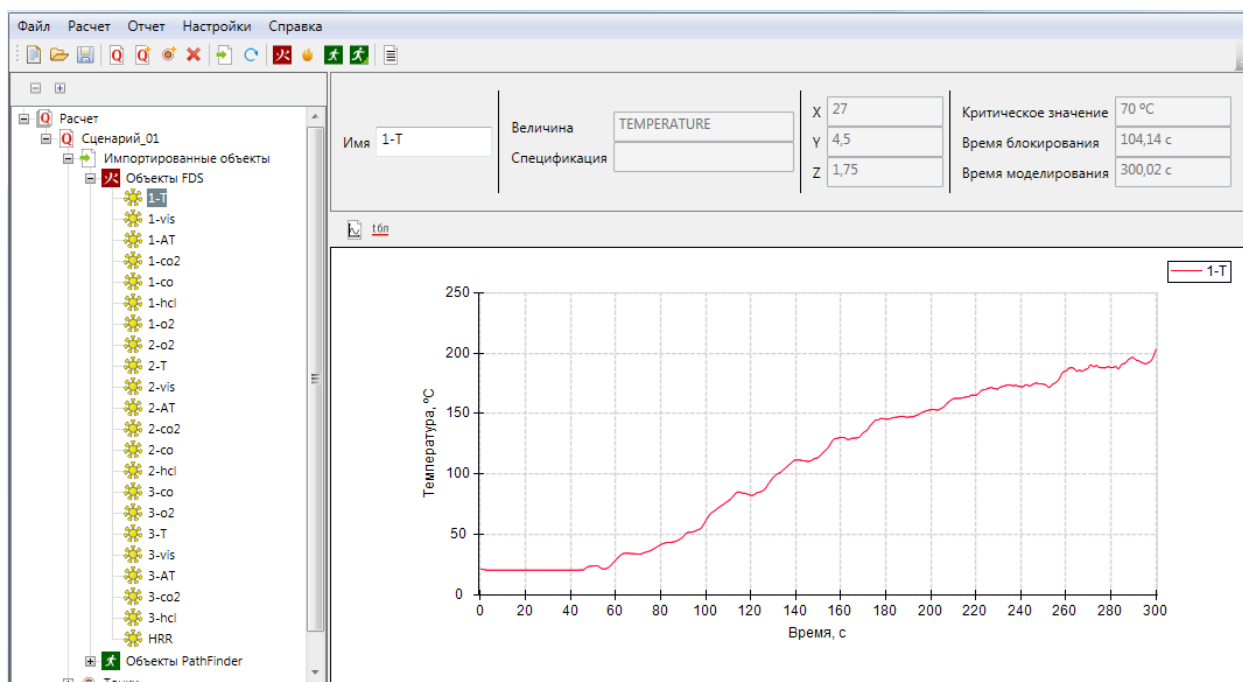
В свойствах «Сценария» укажите путь к файлу FDS и файлу Pathfinder, для которых выполнялись расчеты:



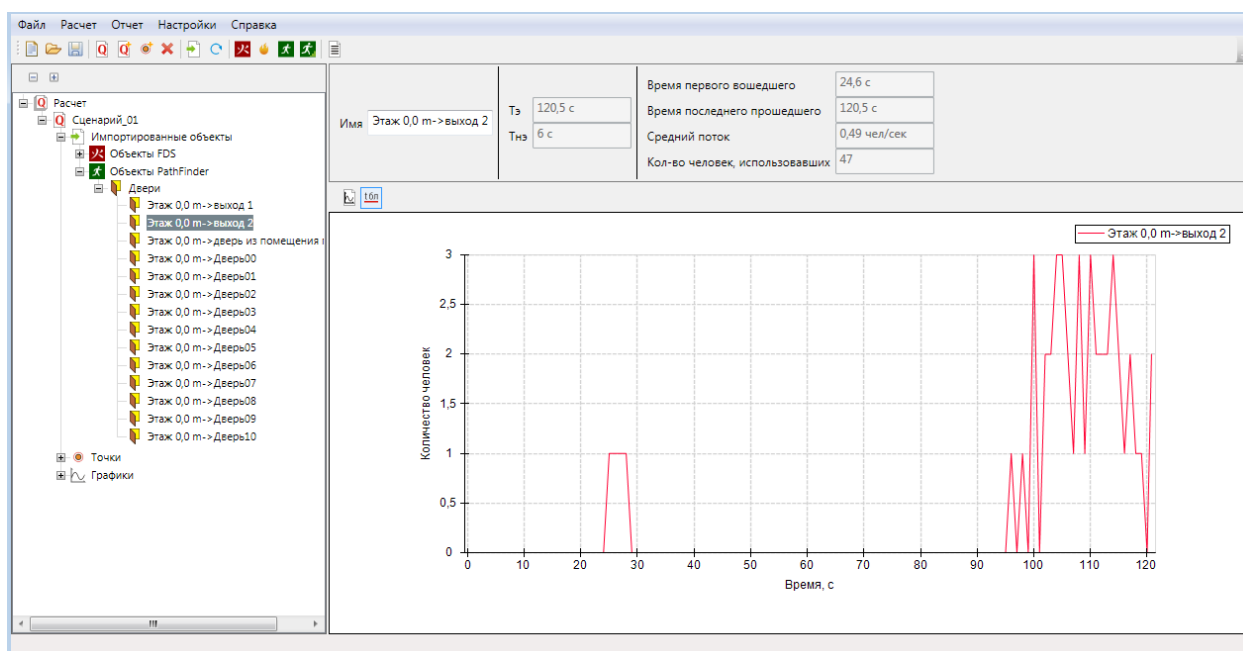
Кроме того, задайте вероятность возникновения пожара Q_p , вероятность нахождения людей в здании $R_{пр}$ и коэффициенты соответствия систем требованиям нормативных документов.

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:



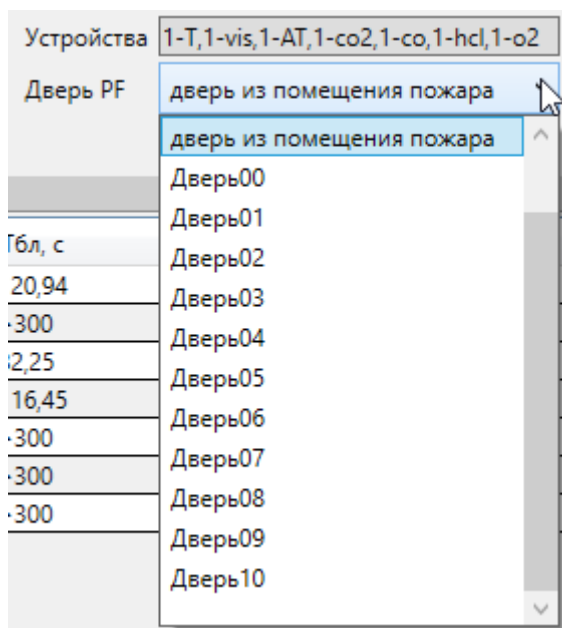
Для Pathfinder импортируются данные по дверям. Можно посмотреть график прохождения каждой двери, узнать время эвакуации, время начала эвакуации, а также количество человек, прошедших через дверь и средний поток через дверь:



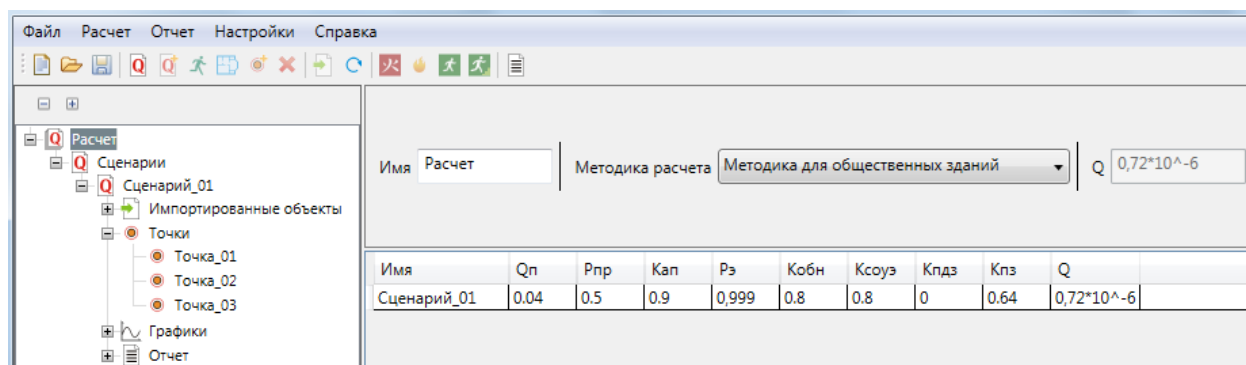
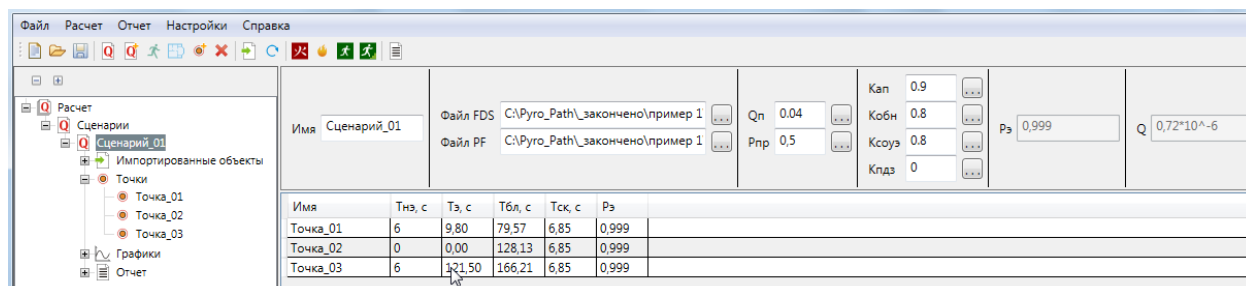
Теперь необходимо задать точки (т.е. места, в которых выполняются сравнения времени эвакуации и времени блокирования).

Мы знаем, что набор датчиков 1 расположен перед дверью из помещения пожара, набор датчиков 2 – перед выходом 1, набор 2 – перед выходом 2.

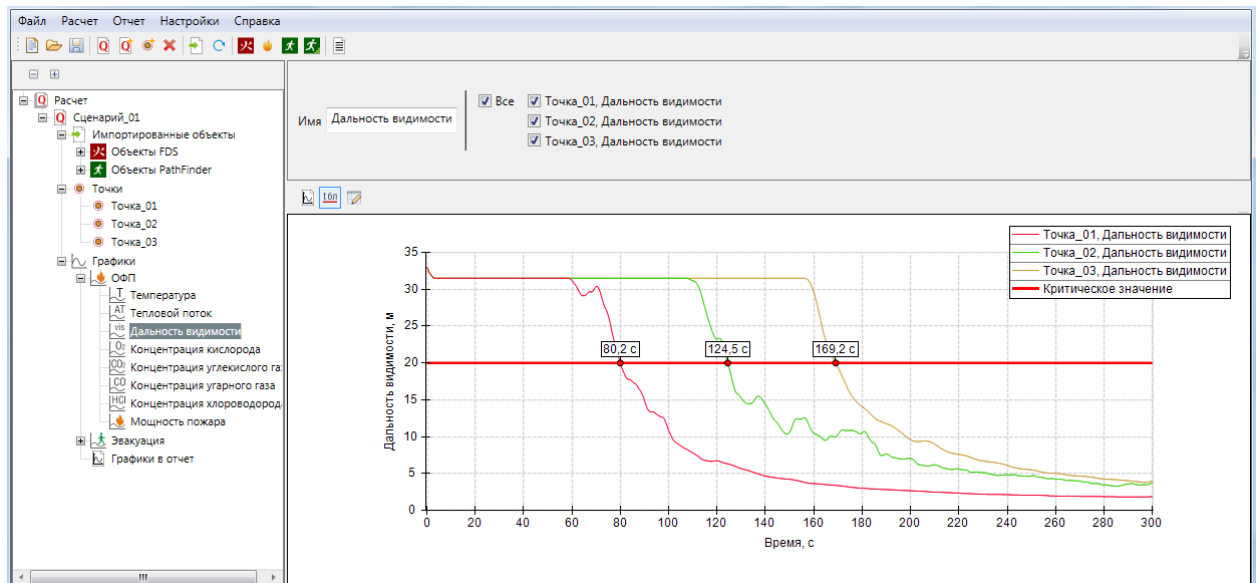
При импорте данных программа автоматически создала точки для каждого набора датчиков. Теперь нам необходимо соотнести эти точки с дверями:




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.




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

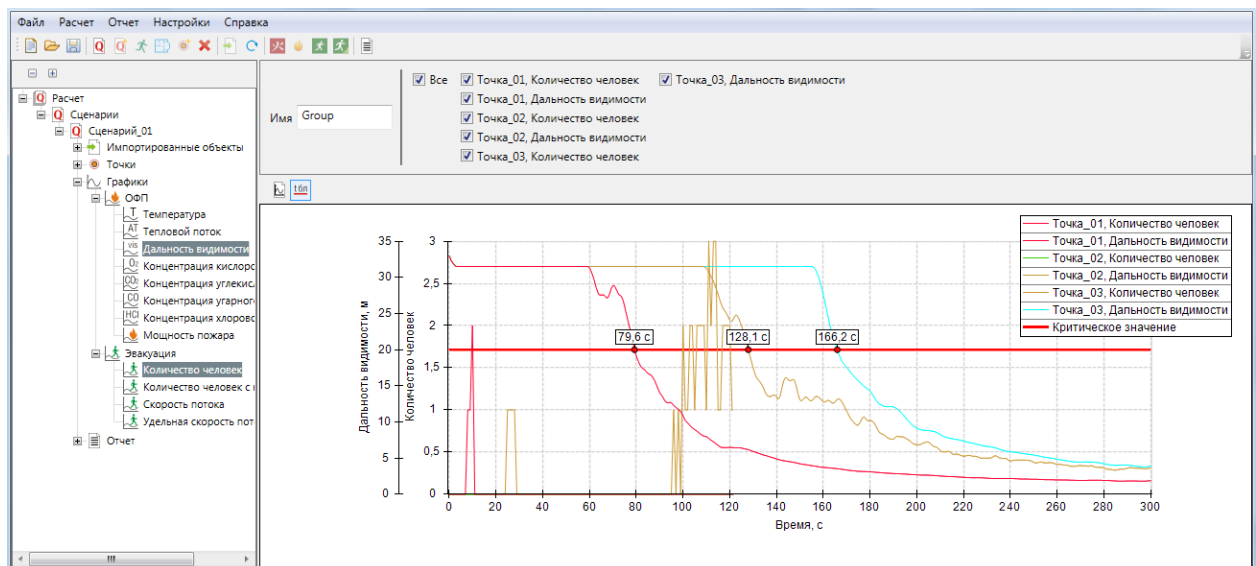


При нажатии кнопки «Отображать линию критических значений»  отображается линия критических значений и время блокирования. При нажатии кнопки «Свойства графика»


 можно настроить вид (цвет, тип, толщину) линий на графике.

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

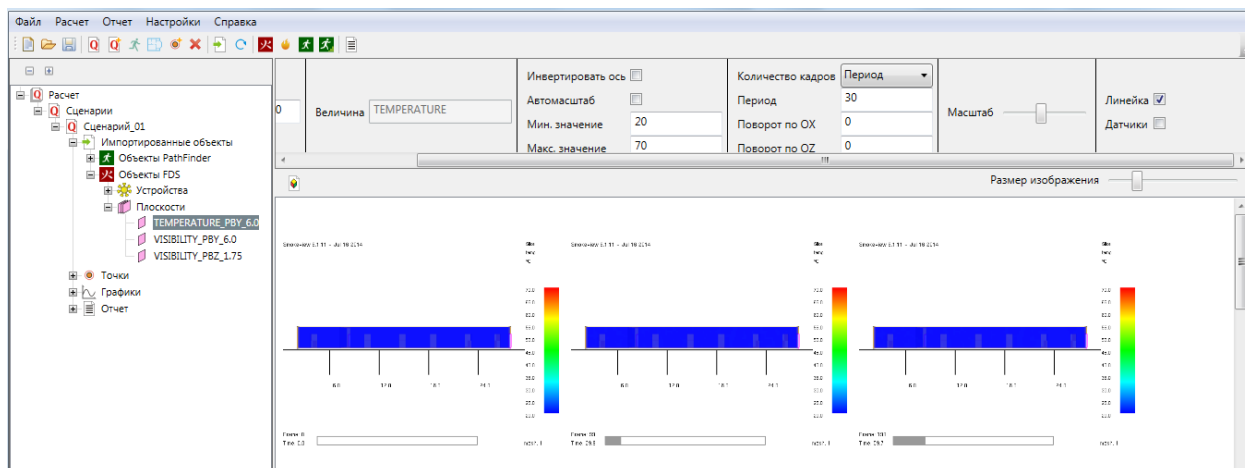
Если выделить несколько графиков, удерживая на клавиатуре CTRL, то будет отображаться результирующий график с несколькими величинами.



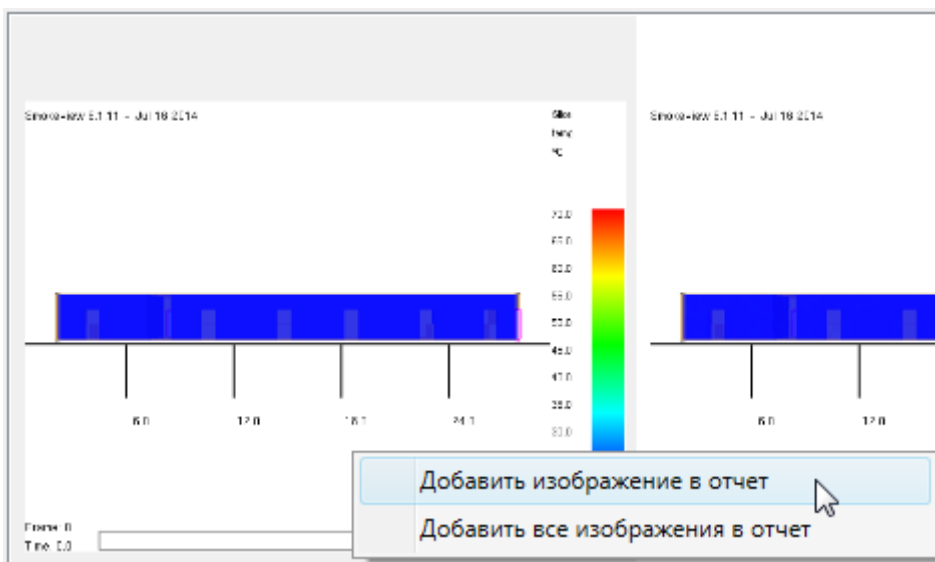
Кроме того, в файл проекта можно импортировать кадры визуализации распространения опасных факторов пожара из программы Smokeview. Импорт выполняется в узел «Плоскости» в «Импортных объектах» - появляется список плоскостей анимированных данных, созданных в PyroSim.

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

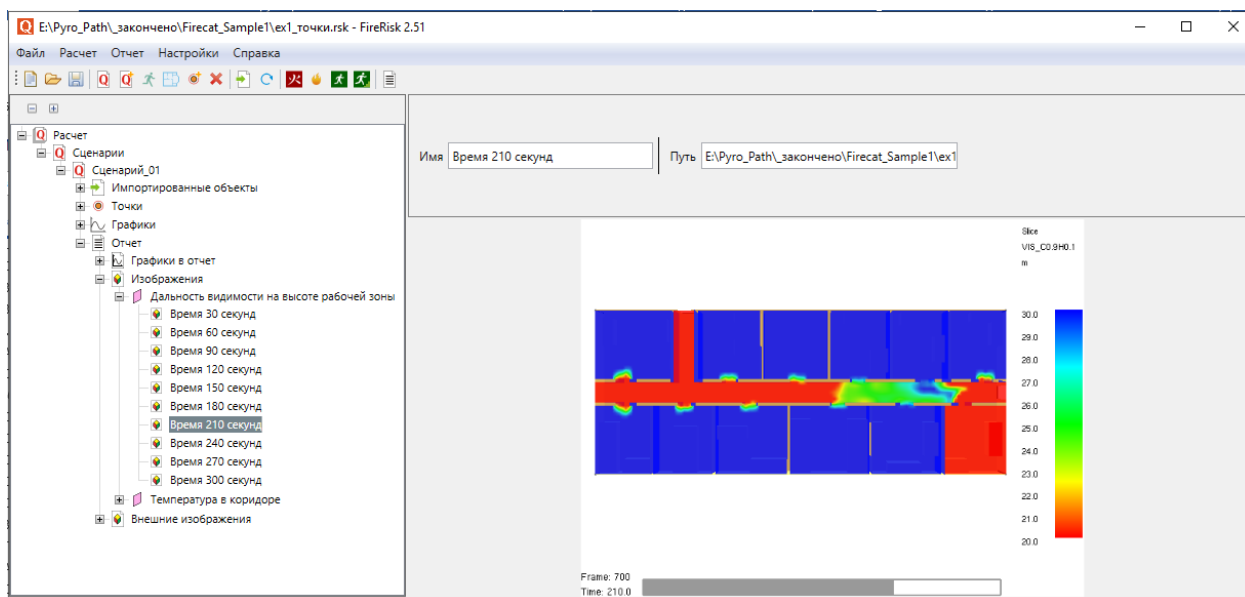
Работа в программном комплексе FireCat для расчета индивидуального пожарного риска Пример «Этаж офисного здания»



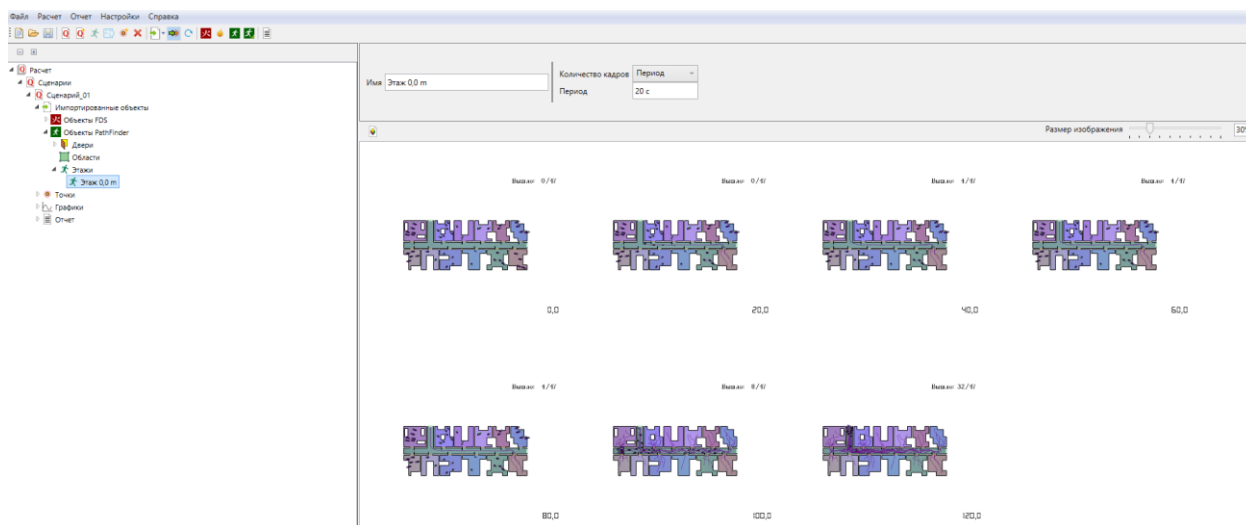
После получения необходимых изображений их нужно добавить в раздел «Отчет». Для этого выберите изображение и в контекстном меню выберите «Добавить изображение в отчет». Чтобы добавить все изображения нужной плоскости, выберите «Добавить все изображения в отчет».



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.

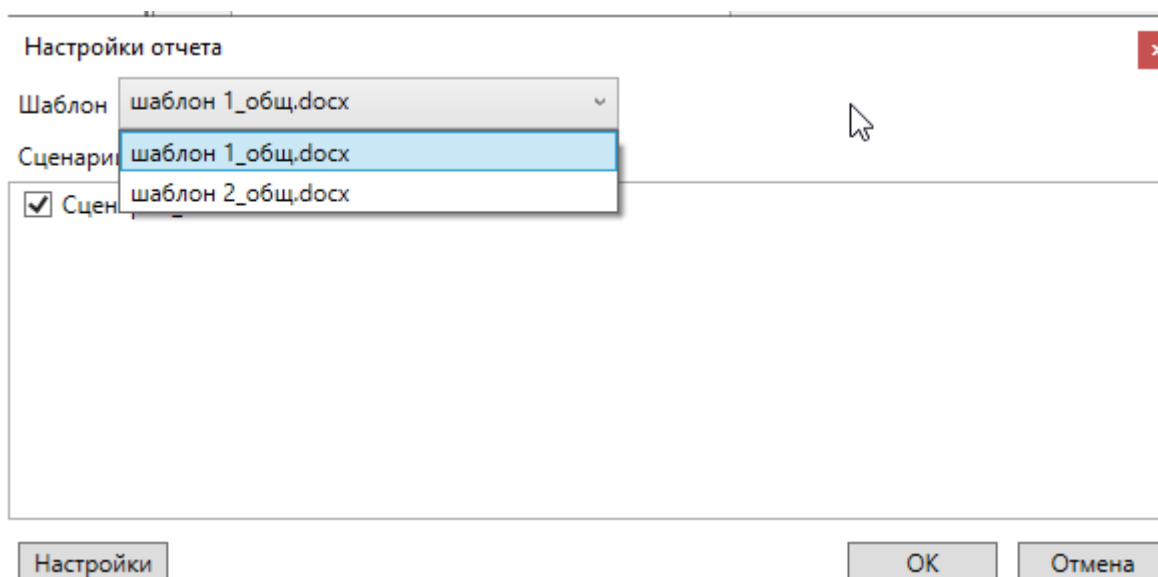
Кроме того, в настройках этажей в программе просмотра результатов **обязательно** должны быть заданы следующие параметры:

- 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 совместно с визуализацией дыма:



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:

Настройки

Общие Графики Устройства FDS Импорт изображений

Отчет Схемы эвакуации Расчет времени скопления

Таблица исходных данных

☒ Добавить параметры дверей

- ☐ связанных с точками
- ☒ всех дверей
- ☐ только выходов

Вид таблицы вероятности эвакуации

- ☒ Как в сценарии
- ☐ Точки в столбцах
- ☐ Точки в строках

☒ В таблицах использования дверей и помещений игнорировать объекты с нулевым количеством людей

☒ Заменить названия объектов топологии числами

☒ Выделять цветом различные группы мобильности

На схемах эвакуации подписывать

- ☒ Количество человек
- ☒ Названия выходов

▸ ☒ Таблицы

- ☒ Графики ОФП
- ☒ Графики Эвакуации
- ☒ Изображения
- ☒ Внешние изображения ОФП
- ☒ Внешние изображения Эвакуации
- ☒ Исходные данные FDS

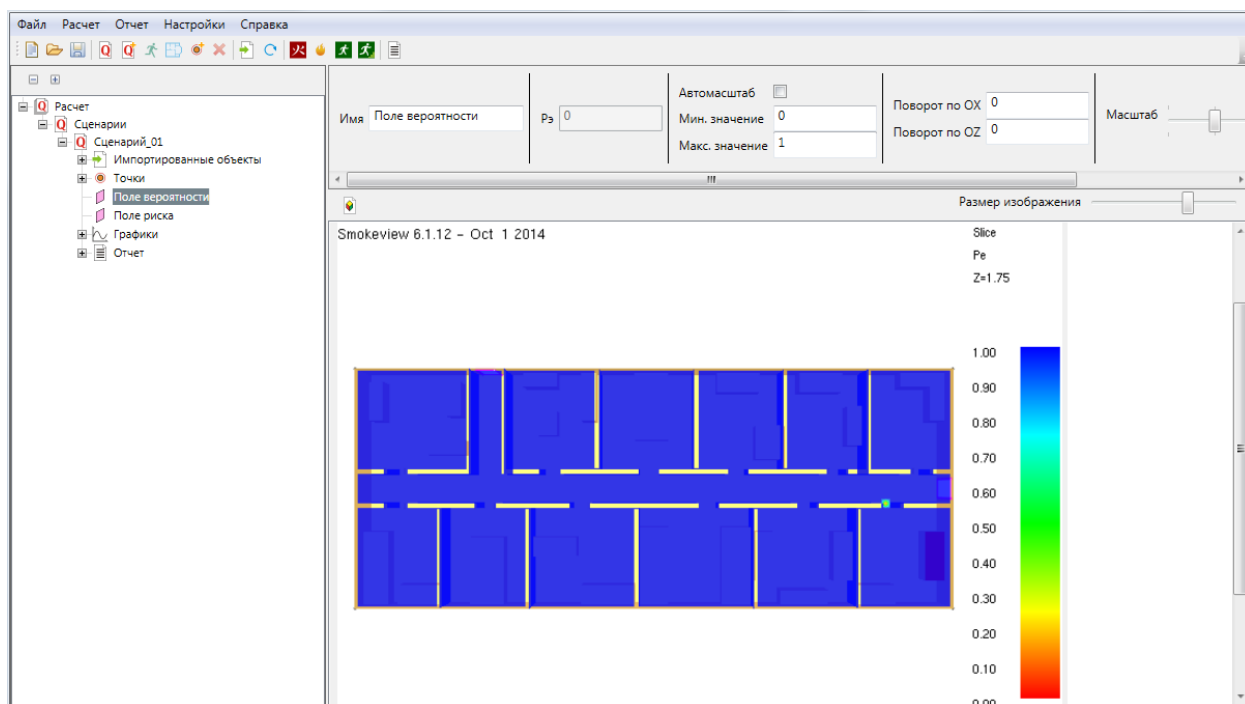
▸ ☒ Планы этажей

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 выполнения расчета риска, в объектах «Поле вероятности» и «Поле риска» будут отображены следующие изображения:



Все параметры объекта сходны с параметрами изображений SmokeView.

В поле «Рз» (вероятность эвакуации) отображается наименьшее значение вероятности эвакуации по всей плоскости. Видно, что существует точка, где вероятность эвакуации равна 0 (в коридоре перед дверью помещения пожара).

Таким образом, 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).