ООО «3к-эксперт»
ФГБУН Институт вычислительного моделирования Сибирского отделения РАН
ФГБУН Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения РАН

«СИГМА ПБ» 4.00
(«Sigma Fire Safety» 4.00)

Программа по расчету
распространения опасных факторов пожара полевой моделью,
эвакуации - индивидуально-поточной моделью,
вероятности эвакуации,
расчетной величины пожарного риска

РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

3ksigma.ru

Красноярск 2017

СОДЕРЖАНИЕ

Нормативные ссылки **8**

НОВОЕ в ПРОГРАММЕ и РП **9**

Определения **11**

Обозначения и сокращения **12**

1. Введение **13**

1.1. Область применения 13

1.2. Краткое описание возможностей 16

1.3. Требования к подготовке пользователей 16

1.4. Перечень эксплуатационной документации 17

2. НАЗНАЧЕНИЕ И УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ **18**

2.1. Виды деятельности, функции 18

2.2. Программные и аппаратные требования 19

3. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ. ПРАВИЛА РАБОТЫ В ПРОГРАММЕ **20**

3.1. Состав программы 20

3.2. Установка программы 21

3.2.1. Создание нового проекта 23

3.2.2. Открытие ранее созданного проекта 25

3.3. Общие принципы работы с программой 25

4. ПОДГОТОВКА ЗДАНИЯ: ПОСТРОЕНИЕ КАРКАСА ЗДАНИЯ, ГЕОМЕТРИИ ЗДАНИЯ, РАСЧЕТНЫХ ОБЛАСТЕЙ **35**

4.1. Общий вид модуля 35

4.2. Инструменты навигации и визуальных настроек 38

4.3. Общие принципы построения каркаса и геометрии здания 41

4.4. Создание каркаса 43

4.4.1. Построение каркаса из примитивов по заданным геометрическим характеристикам 45

4.4.1.1. Примитив «Прямоугольник» ... 45
4.4.1.2. Примитив «Блок» ... 47
4.4.1.3. Примитив «Лестница» ... 48
4.4.2. Построение каркаса в интерактивном режиме: общие сведения, подготовительные действия ... 49
4.4.2.1. Инструменты интерактивного построителя ... 49
4.4.2.2. Создание списка «Здание» ... 58
4.4.2.3. Подготовка файлов подложки ... 60
4.4.2.4. Привязка и настройка подложки ... 60
4.4.2.5. Настройка сетки (для удобства построения каркаса) ... 64
4.4.2.6. Построение каркаса в интерактивном режиме из прямоугольных параллелепипедов, ориентированных вдоль координатных осей без использования подложки ... 65
4.4.3. Построение каркаса в интерактивном режиме из прямоугольных параллелепипедов, ориентированных вдоль координатных осей с использованием подложки ... 67
4.4.4. Построение каркаса в интерактивном режиме из произвольных шестигранников, в основании которых произвольный четырехугольник ... 69
4.4.5. Построение каркаса в интерактивном режиме из произвольных шестигранников, в основании которых произвольный четырехугольник, с использованием подложки ... 70
4.4.6. Построение проемов и окон в интерактивном режиме ... 72
4.4.7. Построение лестниц в интерактивном режиме ... 75
4.4.7.1. Произвольная в плане геометрия лестничной клетки (только в полной версии) ... 76
4.4.7.2. Прямоугольная в плане геометрия лестничной клетки ... 80
4.4.8. Общие принципы работы в интерактивном построителе здания ... 81
4.4.9. Возможные ОШИБКИ при создании каркаса ... 83
4.4.10. Способы выделения, трансформации и удаления элементов каркаса ... 85
4.4.10.2. Способы выделения элементов каркаса ... 85

4.4.10.3. Инструмент «Трансформация» ... 91
4.4.10.4. Интерактивный способ трансформации каркаса ... 94
4.4.10.5. Непосредственное задание координат - окно «Свойства» ... 95
4.4.10.6. Удаление элементов каркаса ... 95
4.4.11. Инструмент «Группировка» ... 96
4.4.12. Сохранение каркаса ... 98
4.5. Построение расчетной области для моделирования пожара ... 100
4.5.7. Инструмент «Поиск блоков» ... 102
4.5.7.2. Корректный каркас ... 102
4.5.7.3. Некорректный каркас ... 103
4.5.8. Инструмент «Сетка», закладка «Блоки» ... 104
4.5.9. Инструмент «Сетка», закладка «Грани» ... 111
4.5.10. Инструмент «Сетка», закладка «Входы и выходы» ... 115
4.5.11. Сохранение расчетной сетки ... 120
4.6. Создание геометрии здания (расчетной области для моделирования эвакуации) ... 120
4.6.7. Элемент «Здание» ... 121
4.6.8. Элемент «Этаж» ... 125
4.6.9. Элементы «Блок», «Помещение» ... 128
4.6.10. Элемент «Проем» ... 133
4.6.11. Элемент «Лестница» ... 144
4.6.11.2. «Ручная» процедура построения лестниц по элементам каркаса ... 145
4.6.11.3. Лестницы без непосредственной связи с промежуточными этажами ... 154
4.6.11.4. Свойства элементов лестницы. Особые случаи ... 155
4.6.12. Сохранение геометрии ... 156
5. МОДУЛЬ РАСЧЕТА ОФП ... 158
5.4. Состав модуля ... 158
5.5. Задание параметров расчета ... 159
5.5.7. Граничные условия: двери ... 160
5.5.8. Граничные условия: список окон ... 164

5.5.9. Граничные условия: список стен 166
5.5.10. Граничные условия: список потоков 167
5.5.11. Граничные условия: входы/выходы 169
5.5.12. Сценарий пожара: геометрия ПН 171
5.5.13. Сценарий пожара: свойства ПН 172
5.5.14. Нестационарность 173
5.5.15. Сохранение параметров расчета ОФП 174
5.6. Выполнение расчета 174
5.7. Возможные ошибки и прерывание расчета 176
5.8. Конвертация данных расчета распространения ОФП 185

6. МОДУЛЬ ЗАДАНИЯ СЦЕНАРИЯ ЭВАКУАЦИИ 187

6.1 Подготовительные действия. Интерфейс модуля 187
6.2 Загрузка данных 191
6.3 Основные действия 192
6.3.1 Навигация по этажам 192
6.3.2 Люди 193
6.3.2.1 Расстановка людей 193
6.3.2.2 Редактирование индивидуальных характеристик человека 201
6.3.2.3 Ф 1.1: ввод данных о НЕМОБИЛЬНЫХ пациентах и медперсонале 202
6.3.2.4 Маршрут эвакуации 204
6.3.3 Препятствия, мебель 205
6.3.3.1 Расстановка препятствий прямоугольной формы 205
6.3.3.2 Расстановка препятствий произвольной формы 207
6.3.3.3 Автоматическое заужение коридоров 208
6.3.4 (Дверные) проемы. Редактирование состояния дверных проемов на путях эвакуации 209
6.3.5 Перемещение объектов плана 212
6.3.6 Копирование объектов плана 212
6.3.7 Удаление объектов плана 213
6.3.8 Информационное сопровождение 213

6.3.9 Отмена действия 214
6.3.10 Формирование отчетов о начальных данных 215
6.3.10.1 Табличные отчеты 215
6.3.10.2 Поэтажные планы, схемы эвакуации 219
6.3.11 Сохранение данных 221
6.4 Заключительные действия 222
7. МОДУЛЬ РАСЧЕТА ЭВАКУАЦИИ 223
7.1 Условия выполнения операции 223
7.2 Подготовительные действия: подгрузка, создание файла настроек расчета эвакуации 224
7.2.1 Запуск расчета впервые/после смены настроек 227
7.2.2 Запуск ранее выполнявшегося расчета 228
7.2.3 Возможные ошибки при запуске расчета 228
7.3 Выполнение расчета эвакуации 229
7.4 Возможные сообщения об ошибках во время расчета 234
7.5 Завершение работы в модуле 238
8. МОДУЛЬ ВИЗУАЛИЗАЦИИ И АНАЛИЗА РАСЧЕТОВ 239
8.1 Запуск модуля 239
8.2 Управление отображением информации 242
8.3 Доступ к интерактивным функциям «on-line» анализа 248
8.4 Формирование отчета 251
8.4.1 Отчет по начальным данным о сценарии пожара 251
8.4.2 Специализированный отчет: вероятность эвакуации 253
8.4.3 Возможные ошибки 260
8.5 Заключительные действия 261
9. РАСЧЕТ ПОЖАРНОГО РИСКА 262
10. РАСЧЕТ ПОЖАРНОГО РИСКА (Ф 1.1, Ф 1.3, Ф 1.4) 265
11. АВАРИЙНЫЕ СИТУАЦИИ 267

12. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАБОТЕ С ПРОГРАММОЙ 268

13. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 269

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящем руководстве использованы ссылки на следующие стандарты.

ГОСТ 12.1.004-91. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.

ППБ 01-03. «Правила пожарной безопасности в Российской Федерации».

ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22 июля 2008 г. № 123.

МЕТОДИКА определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности (Приказ МЧС № 382 от 30.06.2009 с учетом поправок, утвержденных Приказом МЧС № 749 от 12.12.2011, Приказом МЧС № 632 от 02.12.2015).

НОВОЕ В ПРОГРАММЕ И РП

В данном разделе, начиная с версии 2.00, публикуются вносимые изменения в программу и Руководство пользователя.

24.07.2017 – в модуль «Подготовка здания» добавлено: (*) функция масштабирования колесом мыши, (*) автоматизированная функция построения проемов второго типа, п. 4.6.10, (*) элементам геометрии здания присваиваются уникальные имена, содержащие ID элемента, (*) автоматизированные функции проверки на ошибки построения геометрии здания, (*) возможность полного копирования (клонирования) этажей в геометрии здания с соответствующим пересчетом координаты Z, п.4.6.8, (*) в тестовом режиме функции построения секторов трибун и «змеек», п.4.4.2.1; в модуль «Создания сценария эвакуации» добавлено: (*) возможность указывать расстояние между двумя точками, п. 6.1, (*) расширен объем информации о геометрических характеристиках путей эвакуации (высота помещений и коридоров, угол наклона лестниц), индивидуальных характеристиках людей (площадь проекции, скорость свободного движения), сохраняемой в отчетах по исходным данным, п. 6.3.10, (*) отмена по клавише «Esc» активного инструмента на панели инструментов, (*) выделение области с помощью произвольной четырехугольной рамки, п. 6.1, (*) автоматическое расставление препятствий для заужения коридоров на половину ширины полотна двери, п. 6.3.3.3, (*) при наличии Трибун автоматическая расстановка людей только на трибунах этажа, п. 6.3.2.1, (*) автоматическая расстановка людей в произвольной четырехугольной области, п. 6.3.2.1, (*) функция восстановления каркаса по геометрии здания; в модуль «Расчет эвакуации» добавлено: (*) проверка с выдачей сообщений о некорректных связях проемов; в модуль «Визуализация» добавлено: (*) поля интенсивности движения людей, скоплений, суммарной интенсивности, (*) в разделе «Графики» отображается график с количеством прошедших людей через помещение, выделенное маркером.

20.02.2017 – внесены существенные дополнения в процедуры автоматического анализа и обработки ошибок построения расчетных областей, улучшен интерфейс модуля построения расчетных областей, переработано Руководство пользователя.

1.05.2016 – версия 4.0: программа адаптирована под все изменения Методики, введенные в действия приказом МЧС РФ № 632 от 02.12.2015; оценивается время переноски в безопасную зону немобильных пациентов; добавлено формирование отчета по результатам расчета (автоматически определяется количество неэвакуировавшихся людей с каждого участка и суммарно, рассчитывается вероятность эвакуации) для классов Ф1.1, Ф1.3, Ф1.4; добавлены данные по скоростям маломобильных групп людей; добавлены функции определения расчетной величины пожарного риска, включая классы Ф1.1, Ф1.3, Ф1.4; построение 3D-модели здания: исправлены ошибки с затиранием содержимого sgb файла по некоторым исключениям; улучшены функции автоматической проверки на ошибки при построении каркаса («нулевые объемы», пересечения объемов); добавлен дополнительный способ трансформации элементов, РП 4.4.10.

02.07.2015 – исправлены некоторые ошибки возникающие при передаче людей между процессами при расчете эвакуации, исправлены мелкие ошибки в редакторе сценариев эвакуации, добавлена возможность автоматического занесения проемов на этаж в интерактивном режиме построения здания, РП 4.4.2, 4.4.6.

15.04.2015 – выпущена версия 3.0, где добавлен новый интерактивный способ построения каркаса, включающий построение по «подложке», сделан переход на элементарный примитив каркаса – шестигранник, в основании которого лежит произвольный четырехугольник (доступно в полной версии). Добавлена возможность задавать группе людей общие свойства в момент расстановки. Добавлена возможность задавать до 10 проемов при формировании пути эвакуации человека. Внесены соответствующие дополнения в п. 4.4 РП, а так же уточнения в п.4.5 РП.

11.03.2014 – добавлен новый параметр в описание окон (список потоков), внесены соответствующие изменения в РП п.5.5.8, исправлены описки в РП п.5.5.9, дополнены пояснениями п.5.5.8, 5.5.9, 5.5.10.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящем руководстве применены следующие термины с соответствующими определениями.

Опасный фактор пожара – фактор пожара, воздействие которого приводит к травме, отравлению или гибели человека, а также к материальному ущербу.

Очаг пожара – место первоначального возникновения пожара.

Пожар – явление, приводящее к образованию опасных факторов пожара.

Пожарная нагрузка – количество теплоты, отнесенное к единице поверхности пола, которое может выделиться в помещении или здании при пожаре.

Помещение объекта – комната (кабинет) и коридор (часть коридора), в которых могут находиться люди или через которые проходит эвакуация людей.

Развитие пожара – увеличение зоны горения и/или вероятности воздействия опасных факторов пожара.

Сценарий пожара – система принимаемых при расчете допущений о месте возникновения пожара и характере его развития. Сценарий пожара формулируется на основе данных об объемно-планировочных решениях, размещении горючей нагрузки на объекте, размещении людей, материальных ценностей и т.д.

Сценарий эвакуации – система принимаемых при расчете допущений о расположении людей, их физических и эмоциональных состояниях, действий при пожаре, состоянии эвакуационных выходов, расположении мебели. Сценарий эвакуации формулируется на основе данных о функциональном назначении объекта, режиме дня объекта, текущих или предполагаемых условий эксплуатации объекта, условий информированности людей об инфраструктуре, знаний правил ПБ.

Эвакуация людей при пожаре – вынужденный процесс движения людей из зоны, где имеется возможность воздействия на них опасных факторов пожара.

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

БД	База данных
ГМ	Горючий материал
ЛК	Лестничная клетка
ОП	Очаг пожара
ОФП	Опасный(е) фактор(ы) пожара
ПН	Пожарная нагрузка
ПБ	Пожарная безопасность
ПДЗ	Предельно допустимые значения

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1. Область применения

Компьютерная программа «СИГМА ПБ» предназначена для выполнения моделирования распространения опасных факторов пожара и эвакуации из многоэтажных зданий, сооружений и пожарных отсеков различных классов функциональной пожарной опасности, вероятности эвакуации, определения расчетной величины пожарного риска. Расчеты выполняются в соответствии с действующей редакцией Методики [1].

Компьютерная программа «СИГМА ПБ» состоит из следующих компонент:

- построитель трехмерного каркаса здания, расчетных областей для моделирования развития пожара и эвакуации;
- редактор сценариев пожара;
- редактор сценариев эвакуации;
- модуль, реализующий расчет развития пожара полевой моделью;
- модуль, реализующий расчет эвакуации людей индивидуально-поточной моделью;
- модуль 3D-визуализации, временного и пространственного анализа эвакуации и распространения пожара, определения времен эвакуации и блокирования путей эвакуации, вероятности эвакуации;
- модуль определения расчетной величины пожарного риска.

Компьютерная программа «СИГМА ПБ» имеет следующие преимущества перед аналогами российскими и зарубежными:

- единая программная среда с единым полем информационных ресурсов и форматом данных для решения задач расчета движения людей и распространения ОФП;
- собственный построитель объектов (с возможностью восстанавливать поэтажные планы по подложке, импортировать модель здания из Revit);
- собственные расчетные модули;
- 3D-визуализация эвакуации и распространения ОФП в трехмерной виртуальной среде объекта с возможностью изменять позицию наблюдателя;

- модуль анализа расчетов с целью автоматизированного определения времен эвакуации и блокирования путей эвакуации, вероятности эвакуации из здания;
- автоматизированная процедура формирования отчетов о начальных данных и результатах расчета.

Встроенный модуль 3D-визуализации расчетов позволяет в разных частях здания наблюдать процесс эвакуации и распространения полей опасных факторов пожара: 1) тепловой поток; 2) температура окружающей среды; 3) концентрация CO (угарный газ); 4) концентрация CO_2 (углекислый газ); 5) концентрация HCl (хлороводород); 6) концентрация O_2 (кислород); 7) видимость в дыму на заданной высоте от пола, а также поле плотности людского потока.

По запросу пользователя выдается статистическая информация по сценарию (времена эвакуации с этажей и здания в целом, времена блокирования путей эвакуации, длительность плотных (>0,5 $м^2/м^2$) скоплений, количество людей, подвергшихся воздействию ОФП, превышающих предельно допустимые значения).

В соответствии с Методикой расчета пожарного риска [1] по данным расчетов определяются времена эвакуации и блокирования путей эвакуации, определяется вероятность эвакуации каждого участка здания и вероятность эвакуации из здания в целом, можно определить расчетную величину пожарного риска.

Пространственная визуализация, сопровождаемая количественным анализом, позволяет наглядно изучать динамику развития пожара, оценивать влияние рискообразующих факторов на исход эвакуации.

Для выполнения расчетов распространения опасных факторов пожара (ОФП) и эвакуации используются вычислительные ядра отечественных программ SigmaFire © [5] и SigmaEva © [6] соответственно, в которых реализованы полевая модель пожара и модель эвакуации индивидуально-поточного типа [1]. Этот вычислительный аппарат позволяет определять текущие и желаемые условия эксплуатации как варьируемые переменные моделирования и изучать их влияние на исход эвакуации при пожаре.

В текущей версии программы в качестве варьируемых переменных могут выступать:

- пожарная нагрузка,
- расположение очага пожара,
- клапанов противодымной вентиляции,
- состояния дверных проемов на путях эвакуации (закрыты/открыты),
- количество людей в здании,
- распределение людей по зданию,
- индивидуальные характеристики людей (группа мобильности, возраст, скорость свободного движения, площадь проекции, уровень знания правил ПБ, время начала эвакуации, путь),
- расположение мебели,
- геометрические характеристики путей эвакуации,
- состояние эвакуационных выходов.

Область применения программы:

- определение расчетной величины пожарного риска;
- анализ зданий и сооружений на предмет соответствия систем противопожарной защиты требованиям ФЗ-123 при проектировании и на этапе эксплуатации (включая объемно-планировочное решение, противодымную защиту (системы дымоудаления и подпора воздуха, устройства для самозакрывания дверей), СОУЭ)..

Потенциальные области применения программы:

- обучающие тренажеры в специализированных учебных заведениях (наглядное изучение особенностей развития пожара и эвакуации в зависимости от условий сценария);
- в пожарных частях (база насчитанных наиболее опасных и вероятных сценариев используется оперативным дежурным для оценки наиболее вероятного развития пожара к моменту прибытия пожарного расчета на объект, для выдачи рекомендаций на объект о способах эвакуации людей);
- обеспечение безопасной маршрутизации потоков людей на объекте и прилегающей территории.

1.2. Краткое описание возможностей

Программа предоставляет возможность выполнить весь цикл действий для определения времени блокирования путей эвакуации ОФП и расчетного времени эвакуации, определения вероятности эвакуации и расчетной величины пожарного риска: от создания трехмерной модели объекта до визуализации выполненных расчетов распространения ОФП и эвакуации людей в трехмерном виртуальном пространстве объекта. По ходу визуализации расчета сценария имеется возможность менять позицию наблюдателя, «скрывать» этажи здания, активизировать визуализацию полей опасных факторов пожара (тепловой поток, температура окружающей среды, концентрация CO, концентрация CO_2, концентрация HCl, концентрация O_2, видимость в дыму), плотности потока, в интерактивном режиме запрашивать текущую отчетную информацию, получить финальный отчет о результатах эвакуации с этажей и здания в целом, временах блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара, вероятности эвакуации с отдельных участков и здания в целом.

1.3. Требования к подготовке пользователей

Для эксплуатации компьютерной программы «СИГМА ПБ» определены следующие роли:

- администратор;
- пользователь.

Основные обязанности системного администратора:

1. Настройка и мониторинг работоспособности компьютера;
2. Установка, настройка и мониторинг прикладного программного обеспечения.

Основные обязанности пользователя:

1. Ознакомление с Руководством пользователя;
2. Корректное обращение к функциям программы;
3. Корректная интерпретация результатов расчетов.

Пользователи системы должны иметь опыт работы с персональным компьютером на базе операционных систем семейства Microsoft Windows на уровне пользователя и уметь осуществлять базовые операции в стандартных Windows-приложениях.

Пользователи предупреждены, что данная программа предназначена для использования только компетентными специалистами в области пожарной безопасности. Для корректного выполнения расчетов пользователь должен иметь опыт в решении задач пожарной безопасности путем моделирования эвакуации и распространения ОФП, иметь представление о физических аспектах эвакуации, процесса горения и распространения ОФП, об особенностях моделирования эвакуации моделью индивидуально-поточного типа, распространения ОФП – полевой моделью.

Пользователи несут личную ответственность за любые выводы и за любые предпринятые или не предпринятые по результатам расчетов действия.

Пакет программных средств сформирован таким образом, что роли администратора и пользователя могут быть совмещены в роль – специалист по работе с программой.

1.4. Перечень эксплуатационной документации

Перечень эксплуатационных документов, с которым необходимо ознакомиться:

1) Руководство пользователя.

2. НАЗНАЧЕНИЕ И УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ

2.1. Виды деятельности, функции

С помощью программы «СИГМА ПБ» можно оценивать время блокирования опасными факторами пожара (ОФП) путей эвакуации и время эвакуации из зданий и сооружений произвольной этажности для заданных условий пожара и эвакуации. Для этого используются полевая модель развития пожара и модель движения людей индивидуально поточного типа соответственно. По результатам расчета автоматизированным образом определяются времена эвакуации и времена блокирования отдельных участков путей эвакуации, вероятность эвакуации с этих участков, вероятность эвакуации из здания в целом. Имеется модуль определения расчетной величины пожарного риска.

Программа позволяет выполнить все этапы расчета от создания трехмерной компьютерной модели здания до трехмерной визуализации расчета и автоматизированного формирования отчета и поддерживает следующие функции:

1) создание каркаса здания;
2) создание расчетной области для расчета распространения ОФП на основе каркаса и построение сетки;
3) задание сценария пожара (настройка граничных и начальных условий);
4) выполнение (однопотокового) расчета распространения ОФП;
5) конвертация данных расчета распространения ОФП для последующей визуализации и анализа;
6) создание расчетной области для расчета эвакуации на основе каркаса здания (формирование связанных помещений, обозначение типов связей, обозначение типов помещений);
7) задание сценария эвакуации (расстановка препятствий (мебели), людей с индивидуальными характеристиками (группа мобильности, скорость свободного движения, возраст, площадь проекции, время начала эвакуации, путь эвакуации, выход из здания);
8) выполнение многопотокового расчета эвакуации;

9) одновременная визуализация расчетов эвакуации и распространения ОФП (с изменением позиции наблюдателя);

10) формирование отчета о временах эвакуации и блокирования ОФП участков путей эвакуации, определение вероятности эвакуации с отдельных участков здания и из здания в целом;

11) определение расчетной величины пожарного риска для сценария.

2.2. Программные и аппаратные требования

Для функционирования программы рекомендуется конфигурация оборудования, приведенная в Таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Описание конфигурации оборудования

Наименование оборудования	**Рекомендуемые параметры**
Операционная система	MS Windows 7 и выше, 64 бит
Процессор	Core i3 и выше (или аналог AMD)
Объем оперативной памяти	Согласно рекомендованному для установленной ОС, но не менее 2 Гб.
Жесткий диск	Не менее 20 Гб (в основном определяется дискретизацией расчетной области и количеством сохранений по времени для полей ОФП)
Видеоадаптер	Разрешение экрана – не менее 1024*768. Не ниже GeForce 8600 GT.
Монитор	Не менее 17”, рекомендуется 19” и более
Дополнительно	Для подготовки печатных документов необходимо наличие на компьютере: – стандартного приложения MS Windows для просмотра изображений в формате jpeg, – свободно распространяемой программы для чтения pdf-файлов Adobe Reader.

3. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ. ПРАВИЛА РАБОТЫ В ПРОГРАММЕ

3.1.Состав программы

Основной состав и содержание папки установленной программы представлен в Таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Основной состав и содержание папки установленной программы

Наименование	Описание
Bin	Системная папка, содержащая файлы модулей программного модуля
Project.ini	Системный файл настроек текущего проекта
SigmaFS_starter.exe	Главный исполняемый файл программы
!READ_ME_FIRST.txt	Файл с указаниями для первого запуска программы
licence.txt	Лицензионное соглашение
Руководство_пользователя_СигмаПБ.pdf	Руководство пользователя – содержит всю необходимую информацию по пользованию программой

Папка «Bin» содержит исполняемые и системные файлы программного модуля.

В начале каждого проекта формируется папка проекта, куда сохраняются все файлы, генерируемые модулями программы относительно данного проекта. Структура папки проекта представлена в Таблице 3.2. Здесь в качестве файла проекта выступает файл «building.xml».

Таблица 3.2 – Структура и состав папки проекта

Содержание корневого каталога папки проекта	**Пояснения**
building.xml	Эти файлы являются общими для нескольких модулей
building_furniture.xml	
building_people.xml	
building_doors.xml	
bulding_eva.eva	
building.ofp	
building_eva.cod	
building.sgb	
building.sgb_copy	
building.xml_copy	
EVA	Папка, куда помещаются все вспомогательные файлы, сгенерированные по ходу выполнения расчета эвакуации, но не для общих целей
OFP	Папка, куда помещаются все сгенерированные файлы по ходу выполнения расчета развития пожара, но не для общих целей

3.2.Установка программы

Необходимо выполнить установку программы, которая состоит из копирования
200 инсталляционного файла (самораспаковывающегося архива) с носителя данных в папку на жестком диске компьютера и запуска этого файла. Программа будет установлена в автоматическом режиме.

Далее необходимо запустить программу через меню «Пуск». При первом запуске откроется окно регистрации программы, необходимо:

1) скопировать hardware ID ;
2) зайти на сайт http://3ksigma.ru/ в свой Личный кабинет в раздел "Лицензионные ключи", вставить скопированный hardware ID в поле "hardware ID" и нажать кнопку "Применить hardware ID", спустя 20-30 секунд обновить страницу;
3) кликнуть мышкой в таблице в поле "Ответ", из развернувшегося списка скопировать регистрационные имя и ключ и вставить их в соответствующие поля окна программы, нажать кнопку "Register". Теперь программа готова к работе.

После регистрации программа запускается запуском исполняемого файла SigmaFS_starter.exe (находится в корневом каталоге программы или через меню «Пуск»). В результате откроется главное окно программы (Рисунок 3.1).

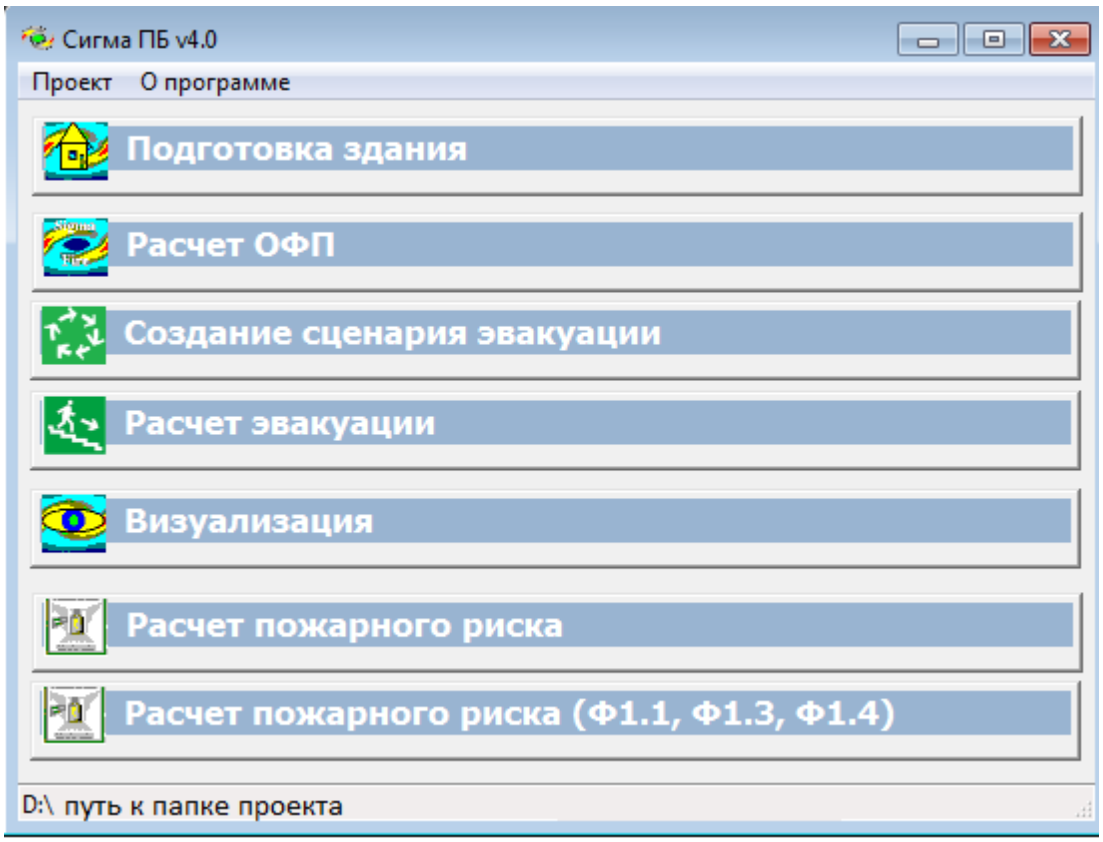


Рисунок 3.1 - Главное окно интерфейса программного модуля

Главное окно включает:

- меню «Проект» - для создания или открытия существующего проекта;
- меню «О программе» содержит информацию о разработчиках текущей версии программы;
- кнопки запуска программных модулей – «Подготовка здания», «Расчет ОФП», «Создание сценария эвакуации», «Расчет эвакуации», «Визуализация»; «Расчет пожарного риска», «Расчет пожарного риска (Ф1.1, Ф1.3, Ф1.4)»;
- строка пути к главному файлу текущего проекта (внизу рабочего окна).

3.2.1. Создание нового проекта

Для создания нового проекта необходимо открыть пункт меню «Проект», в открывшемся списке - пункт «Новый» (Рисунок 3.2).

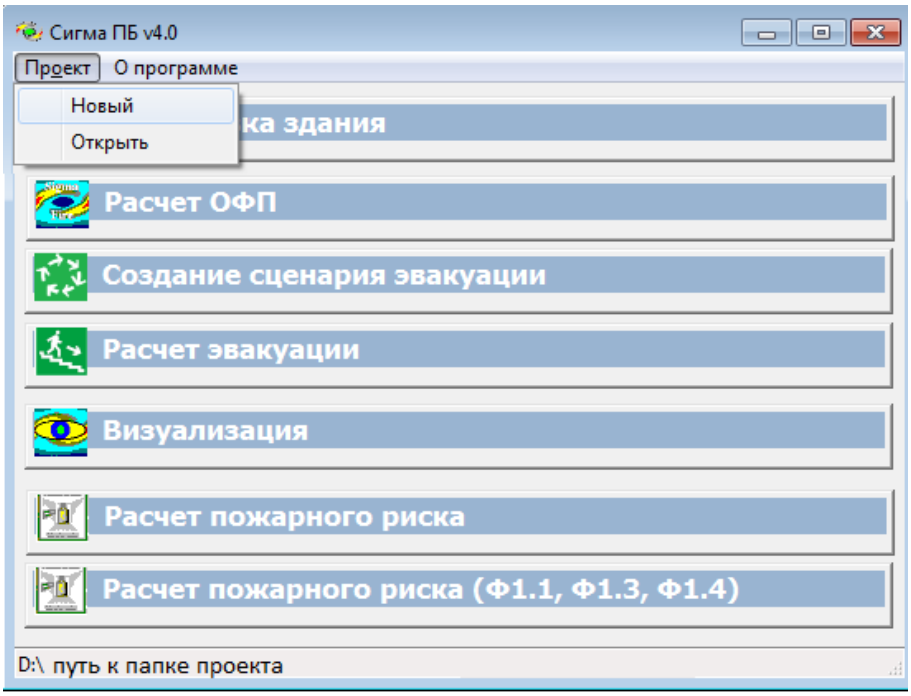


Рисунок 3.2 – Создание проекта. Шаг 1

В открывшемся стандартном окне проводника MSWindows необходимо сделать действия:

- выбрать место на жестком диске компьютера, где будет создана папка проекта (как правило, на диске заводится отдельная папка, где будут хранится все проекты),

- в строке «Имя файла» ввести название проекта (в примере на Рисунок 3.3 задано имя «test5». **ВАЖНО!** Имя файла проекта БЕЗ ПРОБЕЛОВ и ТОЧЕК!),

- сохранить файл проекта (кнопка «Сохранить»);

- в открывшемся окне «Confirm», Рисунок 3.4, с сообщением «Создать папку проекта <имя проекта>» подтвердить создание папки проекта (нажать кнопку «Yes»), если папка для проекта не была ранее создана, или отклонить (нажать кнопку «No»), если папка проекта предварительно была создана (в папку проекта в дальнейшем будут сохранятся все файлы, создаваемые в ходе работы над проектом). После приятия предложения или отказа автоматически запускается программный модуль, «GridEdit» (в рабочем окне соответствует пункту «Подготовка здания»). В этом модуле создается каркас здания и готовится расчетная область для модулей расчета эвакуации и распространения ОФП - это обязательный первый шаг для проведения расчетов (п. 4). В главном окне программы в нижней строке появится путь к созданному главному файлу проекта.

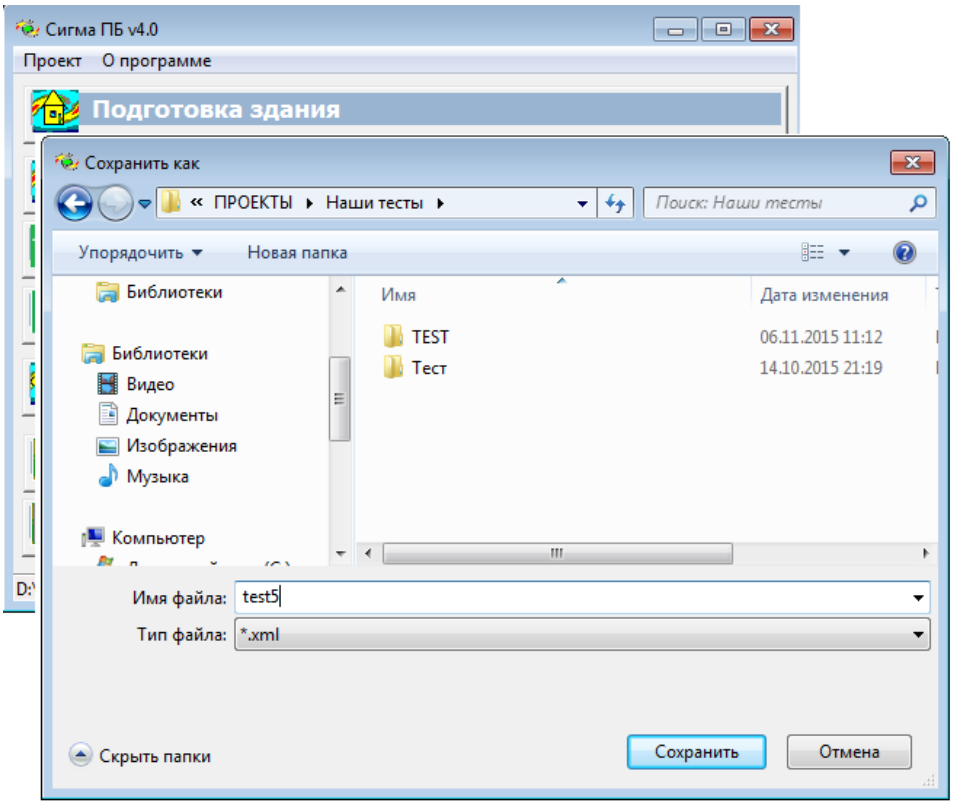


Рисунок 3.3 – Создание проекта. Шаг 2

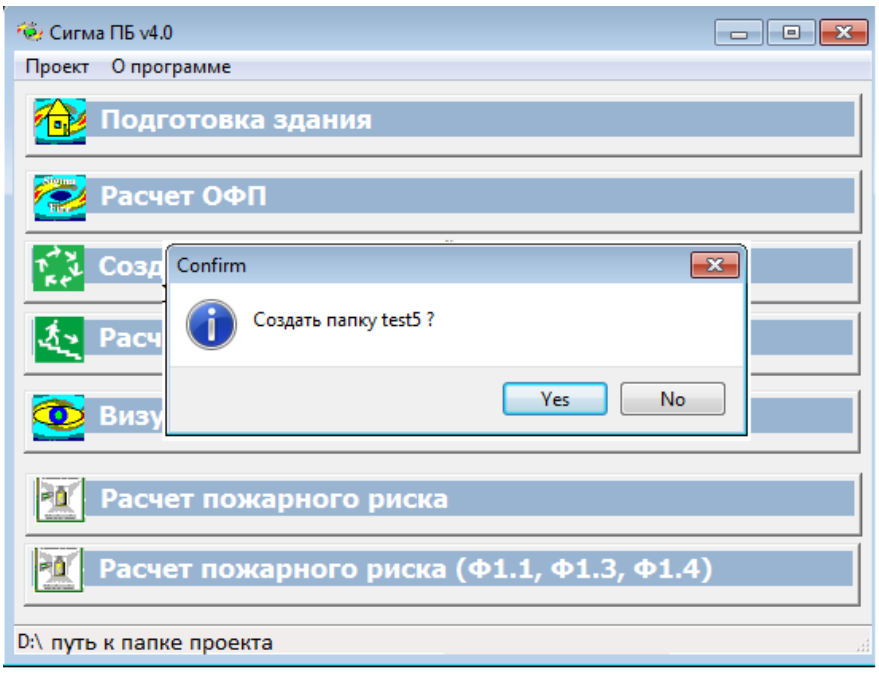


Рисунок 3.4 – Создание проекта. Шаг 3

3.2.2. Открытие ранее созданного проекта

Для открытия существующего проекта необходимо открыть пункт меню «Проект», в открывшемся списке выбрать мышкой пункт «Открыть» (Рисунок 3.2). Следом открывается окно проводника и необходимо на жестком диске выбрать нужную папку проекта и в ней выбрать уже существующий файл проекта (это файл с геометрией здания и имеющий расширение xml, например test5.xml).

В главном окне программы в нижней строке появится путь к выбранному главному файлу проекта. Далее нужно выбрать и загрузить модуль, в котором будет происходить работа.

3.3.Общие принципы работы с программой

На начальном этапе работы с программной, чтобы избежать ошибок, рекомендуем использовать «зашитую» по умолчанию идеологию работы с папками и файлами проекта, а именно - в папке проекта сохранять данные только одного сценария с предусмотренным по умолчанию способом формирования имен файлов (названия файлов программа формирует сама, опираясь на заданный файл проекта).

Работа с программой построена по следующему принципу. Вводятся понятия:

- «проект» – набор файлов, генерируемых модулями системы и относящихся к одному зданию;

- «папка проекта» – каталог на жестком диске компьютера, куда записываются и где хранятся данные (файлы генерируемые модулями программы «СИГМА ПБ») относящиеся к одному проекту;

- «основной файл проекта» – файл с расширением *.xml, где сохраняется геометрия здания (именно этот файл создается при генерации нового проекта, п.3.2.1). Имя этого файла по умолчанию является префиксом для имен всех других файлов, генерируемых модулями программы «СИГМА ПБ»;

- «файлы проекта» – все файлы, которые генерируются модулями «СИГМА ПБ» в ходе выполнения расчетов.

В самом начале работы средствами интерфейса «СИГМА ПБ» необходимо определить (выбрать из существующих или вновь создать) папку проекта и основной файл проекта. Все модули при открытии или сохранении файлов по умолчанию обращаются к заданной папке проекта.

В корневом каталоге папки проекта сохраняются файлы «общего пользования», которые используются разными модулями. В подкаталоги EVA и OFP сохраняются данные, которые используются только для «внутренних» целей модулей, выполняющих подготовку и расчет эвакуации и распространения ОФП соответственно.

Предусмотрено выполнение трех видов расчетов:

- расчет распространения ОФП (без эвакуации);

- расчет эвакуации (без расчета распространения ОФП) и определение расчетного времени эвакуации,

- расчет эвакуации и распространения ОФП и определение времени блокирования путей эвакуации и определения расчетного времени эвакуации.

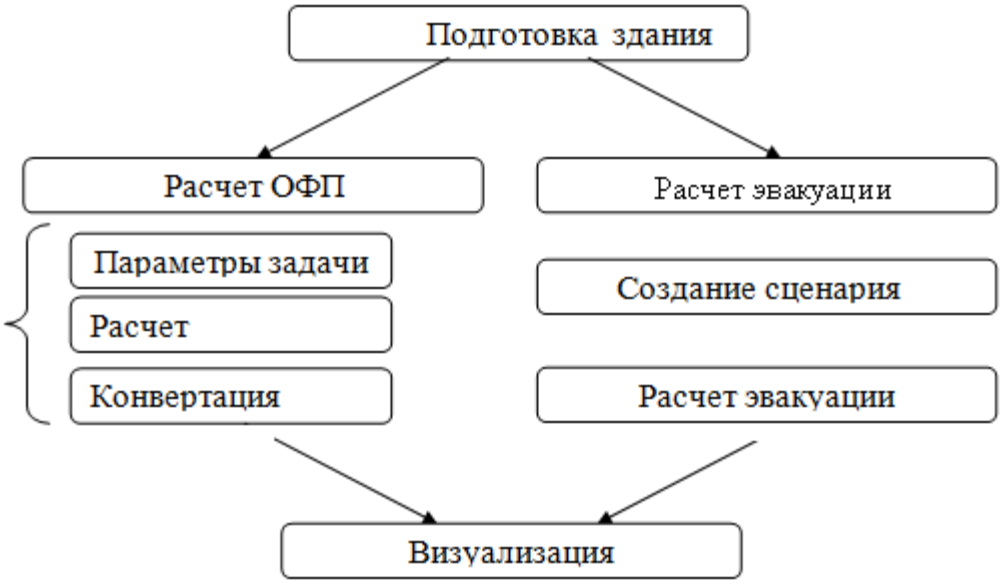


Рисунок 3.5 – Схема работы в программе

На Рисунок 3.5 представлен порядок запуска программных модулей при проведении расчетов. Далее для определения расчетной величины пожарного риска используется кнопка «Расчет пожарного риска» или кнопка «Расчет пожарного риска (Ф1.1, Ф1.3, Ф1.4)», если работа выполняется для объекта класса функциональной пожарной опасности Ф1.1, Ф1.3, Ф1.4.

В Таблице 3.3 работа в программе представлена по этапам, и указаны модули, задействованные для выполнения соответствующих работ, и разделы настоящего руководства, где описаны соответствующие функции. Из таблицы видно, какие этапы являются совместными для решения обеих задач – моделирование развития пожара и моделирование эвакуации. Рекомендуется следовать предложенной схеме.

Таблица 3.3 – Этапы выполнения работ в программе и необходимые модули

Этап	**Расчет распространения ОФП**		**Расчет эвакуации**	
	действия	**модуль**	**действия**	**модуль**
1.	Построение каркаса здания (Подготовка здания, п. 4.4)			
2.	Задание	Подготовка	Создание	Подготовка здания

	расчетной области и создание расчетной сетки	здания (п.4.5)	расчетной области	(п.4.6)
3.	Создание сценария пожара (ввод начальных данных)	Расчет ОФП -> Параметры задачи (п. 5.5)	Создание сценария эвакуации (ввод начальных данных)	Создание сценария эвакуации (п. 6)
			Формирование отчетов о начальных данных (геометрические характеристики путей эвакуации, расстановка людей)	Создание сценария эвакуации (п. 6.3.10)
4.	Выполнение расчета распространения ОФП	Расчет ОФП -> Расчет (п. 5.6)	Выполнение расчета эвакуации	Расчет эвакуации (п. 7)
	Формирование полей ОФП	Расчет ОФП -> Конвертация (п. 5.7)		
5.	3D-визуализация расчетов (Визуализация, п. 8.1, 8.2, 8.3)			
6.	Расчет вероятности эвакуации, формирование отчета о результатах расчета и начальных данных для расчета ОФП (Визуализация, п. 8.4)			
7.	Определение расчетной величины пожарного риска (Расчет пожарного риска, п. 10,			

	Расчет пожарного риска Ф1.1, Ф1.3, Ф1.4, п. 11)

В Таблице 3.4 описаны виды работ, выполняемые в каждом из модулей, со ссылками на соответствующие разделы данного Руководства пользователя.

Таблица 3.4 - Задачи, выполняемые в модулях

Н.п.	**Название модуля**		**ОФП**	**Эвакуация**
1.	Подготовка здания		Построение каркаса здания (РП п.4.4)	
			Задание расчетной области и создание расчетной сетки (п.4.5)	Создание расчетной области (п.4.6)
2.	Расчет ОФП	Параметры задачи	Создание сценария пожара (ввод начальных данных) (п. 5.5)	
		Расчет	Выполнение расчета распространения ОФП (п.5.6)	
		Конвертация	Формирование полей ОФП - плоских горизонтальных срезов на заданной высоте из трехмерного расчета (п.5.7)	
3.	Создание сценария эвакуации			Создание сценария эвакуации (ввод начальных данных) (п.6)
				Формирование

			отчетов о начальных данных (геометрические характеристики путей эвакуации, расстановка людей) (п.6.3.10)
4.	Расчет эвакуации		Выполнение расчета эвакуации (п. 7)
5.	Визуализация	3D-визуализация расчетов (п. 8.1, 8.2, 8.3)	
		Расчет вероятности эвакуации (п.8.4)	
		Формирование отчета о результатах расчета (п.8.4)	
		Формирование отчета о начальных данных для расчета ОФП (п.8.4)	
6.	Расчет пожарного риска	Определение расчетной величины пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках классов функциональной пожарной опасности Ф1.2, Ф2, Ф3, Ф4, Ф5 (п.10)	
7.	Расчет пожарного риска Ф1.1, Ф1.3, Ф1.4	Определение расчетной величины пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках	

		классов функциональной пожарной опасности Ф1.1, Ф1.3, Ф1.4 (п.11)

В Таблице 3.5 в качестве примера для каждого этапа из Таблицы 3.3 представлен вариант последовательности действий. Для построения 3D-каркаса объекта используется интерактивный построитель.

Таблица 3.5 - Последовательность действий на каждом этапе

	Этап, вид и описание работ
1.	**1 этап. Построение каркаса (ОФП+эвакуация)**
	1) Создать проект, п.3.2.1. 2) Открыть модуль «Подготовка здания»[1]. Создать в окне «Здание» новое здание, п.4.4.2.2, создать новый этаж, присвоить порядковый номер >=1. 3) Настроить подложку, п.4.4.2.3, п.4.4.2.4 (управление отображением в рабочем окне: масштабирование, сдвиг, вращение, п.4.1). 4) Настроить сетку для удобства построения каркаса, шаг 0.1 м (при необходимости сменить), п.4.4.2.5. 5) Построить каркас первого этажа из блоков, п.4.4.3, включая все необходимые проемы п.4.4.6 (по мере построения каркаса пользоваться функцией «Поиск блоков», п.4.5.7; при необходимости копирования, перемещения элементов пользоваться функцией «Трансформация», п.4.4.10). 6) Добавить окно в помещение, где планируется размещать очаг пожара. 7) Все элементы первого этажа объединить в одну группу, 4.4.11 (выделить элементы каркаса, п. 4.4.10).. 8) Построить второй этаж, руководствуясь той же логикой работы (п.2-7).

[1] Изучить основные функции модуля (п.4.1, 4.2, 4.3), принципы построения каркаса (п.4.4), инструменты интерактивного построителя (п.4.4.2.1).

	9) Построить лестницу между этажами, п. 4.4.7. 10) Построить на этажах проемы, ведущие на лестничные клетки.
2.	**2 этап. Создание расчетной области (эвакуация)**
	11) Добавить блоки на каждый этаж Здания (через «Группировку» скрыть все лишние блоки, оставив только блоки нужного этажа и работать с ними), вставить блоки в помещения, п.4.6.7, п.4.6.9; проемы (если нужно связать два соседних блока проемом, совпадающим с общей гранью блоков), 4.6.10; всем автоматически добавленным проемам выставить правильные типы (особое внимание уделить выходам из здания), проверить связи у проемов; указать правильные типы помещениям (коридоры, место размещения очага пожара). 12) Присвоить имена всем значимым элементам здания через инспектор свойств соответствующих элементов. 13) Сохранить здание, п.4.6.12.
3.	**2 этап. Задание расчетной области и создание расчетной сетки (ОФП)**
	14) Скрыть отображение элементов геометрии (убрать галочку в списке «Здание»). 15) В помещении, где предполагается пожар, разместить область пожарной нагрузки (выделить нижнюю грань соответствующего блока в каркасе здания, с помощью инструмента «Трансформация», п.4.4.10 сделать 90%-ю копию («Копировать») этой грани в направлении XZY. 16) Определить исключаемые блоки, п.4.5.8. 17) Задать шаг сетки (например, 0.3), разбить все блоки с таким шагом, п.4.5.8. 18) Присвоить тип «граница» внутренним граням, если это необходимо,

	п.4.5.9. 19) Внести в список «Входы и выходы» все необходимые проемы, п. 4.5.10. 20) Построить сетку, найти контакты («Включить все»), п.4.5.10 . 21) Проверить сетку по составу включенных блоков, связям между блоками, проемов, добавленных в расчетную область. Если необходимо внести исправления, перестроить сетку, найти контакты. 22) Сохранить сетку, сохранить каркас, п.4.5.11.
4.	**3 этап. Создание сценария пожара (ОФП)**[2]
	Базовый уровень (минимально необходимый набор данных) 23) Задать температуру среды - использовать поток по умолчанию, п.5.5.10. 24) Связать проем(ы) наружу с заданным потоком, п.5.5.11. 25) Задать область расположения пожарной нагрузки, п.5.5.12. 26) Указать свойства пожарной нагрузки, п.5.5.13. *27)* Задать время расчета, п.5.5.14. ***Сложный уровень*** 28) Задать температуру внешней к зданию среды, п.5.5.10. 29) Добавить условие на состояние внутренних дверей, 5.5.7 (Если предполагается в сценарии проверять влияние дверей на доводчиках.) 30) Добавить условие на разрушение окна, п.5.5.8. 31) Добавить условие на прогрев стен, 5.5.9. *32)* Задать параметры противодымной вентиляции (подпора воздуха). *33)* Сохранить данные, п.5.5.15.
5.	**3 этап. Создание сценария эвакуации, Формирование отчетов о начальных данных (Эвакуация)** [3]
	34) Расставить мебель и препятствия, если необходимо, п.6.3.3.

[2] Ознакомиться с общими сведениями по работе в модуле, РП п.5.1-5.2.

[3] Ознакомиться с общими сведениями по работе в модуле, п.6.1-6.2, 6.3.1, 6.3.5-6.3.9.

	35) Расставить людей на поэтажных планах и задать им свойства (время начала движения, скорость свободного движения, … - Таблица 6.1.), п. 6.3.2. 36) Отредактировать состояние дверных проемов на путях эвакуации, если нужно, п.6.3.4. 37) Сохранить данные, 6.3.11. 38) Сформировать отчеты, п. 6.3.10.
6.	**4 этап. Выполнение расчета распространения ОФП и конвертация данных (ОФП)**
	39) Запустить расчет, п.5.6. 40) Выполнить конвертацию полей ОФП, п.5.7.
7.	**4 этап. Выполнение расчета распространения ОФП и конвертация данных (ОФП)**
	41) Подгрузить необходимый набор данных для расчета эвакуации, п.7.2. 42) Запустить расчет эвакуации, п.7.3.
8.	**5 этап. Визуализация расчетов (ОФП + Эвакуация)**
	43) Открыть модуль визуализации, п.8.1. 44) Настроить отображаемые данные и запустить визуализацию расчетов, п.8.2. 45) Сформировать отчеты и сохранить, п. 8.4.

330

4. ПОДГОТОВКА ЗДАНИЯ: ПОСТРОЕНИЕ КАРКАСА ЗДАНИЯ, ГЕОМЕТРИИ ЗДАНИЯ, РАСЧЕТНЫХ ОБЛАСТЕЙ

Назначение: модуль предназначен для создания каркаса здания, расчетных областей для моделирования распространения ОФП и моделирования эвакуации.

Запуск осуществляется автоматически при создании нового проекта или через кнопку «Подготовка здания» главного окна программы «Сигма ПБ» (Рисунок 3.1). По умолчанию модуль будет работать с папкой текущего проекта. Если в текущем проекте уже имеется файл с каркасом здания, имеющий имя, присваиваемое по умолчанию, этот файл (каркас) будет открыт.

ВАЖНО! В данном модуле разделителем целой и десятичной частей числа является точка «.»!

4.1.Общий вид модуля

При запуске модуля появляется основное окно (Рисунок 4.1), которое содержит три основные панели инструментов:

левая – построение элементов каркаса (1, Рисунок 4.1),

верхняя – строка меню, настройки программы и навигация (2, Рисунок 4.1),

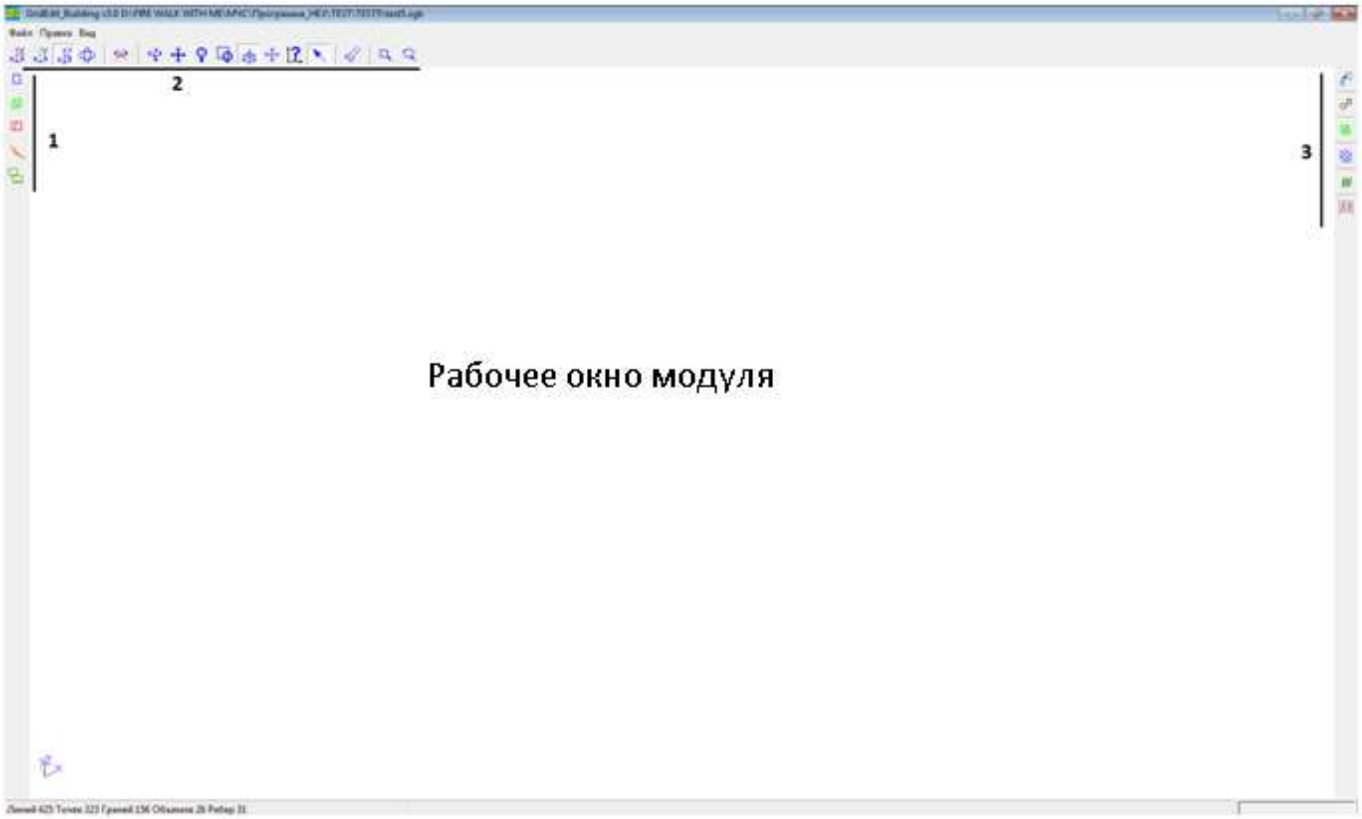
правая – работа с созданными элементами каркаса, создание расчетной области для моделирования распространения ОФП (расчетной сетки) и расчетной области для моделирования эвакуации (геометрии здания) (3, Рисунок 4.1).

В левой нижней части рабочего окна отображаются оси координат.

Таблица 4.1– Горячие клавиши

Комбинация	Действие
Ctrl+левая кнопка мыши+движение мишью	Изменение масштаба (приближение\удаление)
Вращение колеса мыши вперед или назад	
Shift+левая кнопка	Перемещение (сдвиг)

мыши+движение мишью	
левая кнопка мыши+движение мишью	Вращение
Ctrl+A	Выделить все
Del	Удалить
Двойное нажатие левой кнопки мыши в: вершину блока вершину зоны грань блока	 Выделение блока Выделение зоны Выделение грани блока



355 Рисунок 4.1 – Главное окно модуля «Подготовка здания»

При работе в основном рабочем окне программы для навигации можно использовать горячие клавиши, представленные в Таблице 4.1.

Строка меню содержит пункты «Файл», «Правка» и «Вид». Меню «Файл» позволяет открывать существующий каркас, добавлять существующий каркас к текущему, сохранять текущий каркас и сетку (Рисунок 4.2).

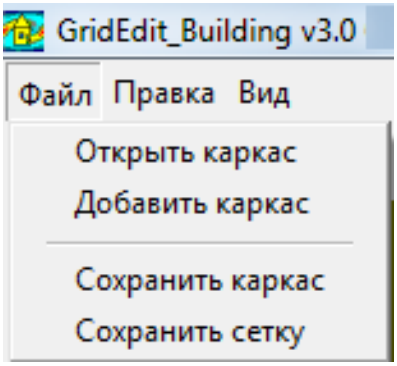


Рисунок 4.2 – Меню «Файл»

В меню «Правка», Рисунок 4.3, дублируются функции горячих клавиш. А так же присутствует опция «Фиксировать объекты», по умолчанию она активна, при не активной опции «Фиксировать объекты» можно двигать с помощью мыши только выделенные элементы (используется при корректировке ошибок в построении каркаса).

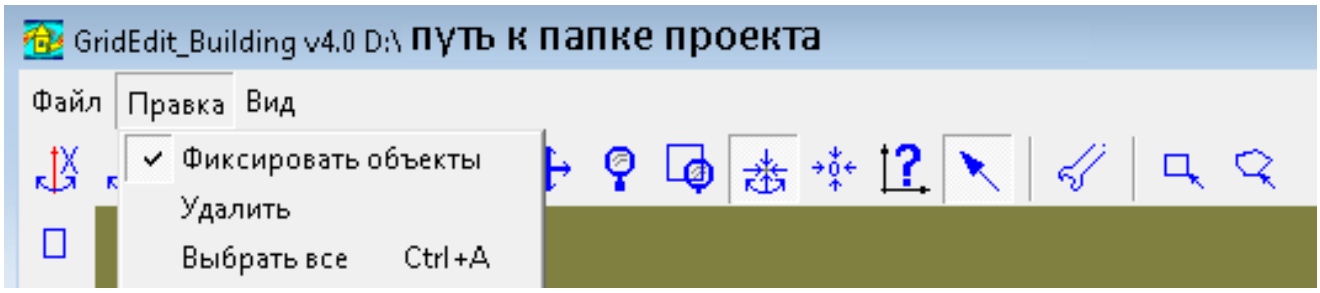


Рисунок 4.3 – Меню «Правка»

В меню «Вид» производится управление отображением элементов каркаса (точки, линии), сетки (сетка, заливка и прозрачность) и центральной координатой оси, подсвечиванием нижней грани блоков (Нижняя грань блоков), Рисунок 4.4.

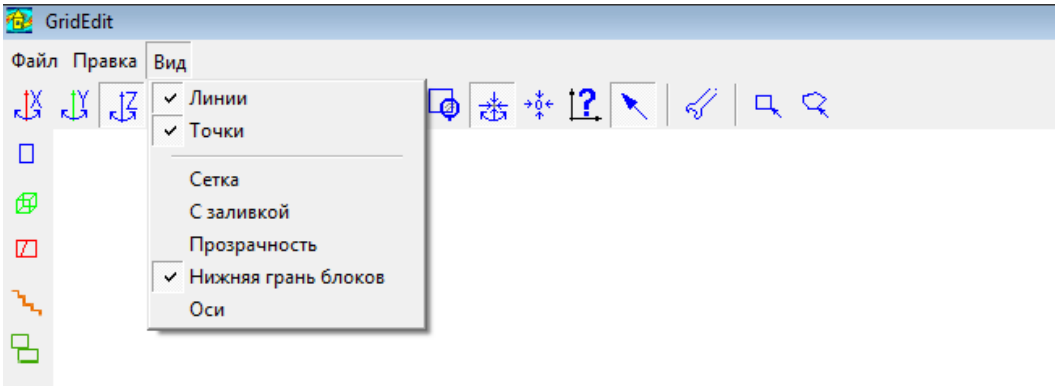


Рисунок 4.4 – Пункт меню «Вид»

4.2.Инструменты навигации и визуальных настроек

Верхняя панель состоит из панели навигации (1, Рисунок 4.5), кнопки вызова визуальных настроек программы (2, Рисунок 4.5) и панели выделения элементов каркаса (3, Рисунок 4.5).

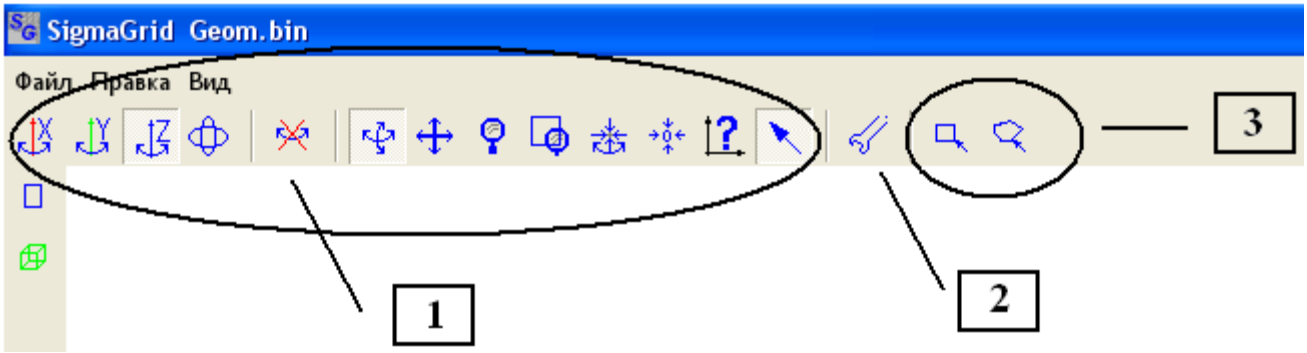


Рисунок 4.5 – Верхняя панель

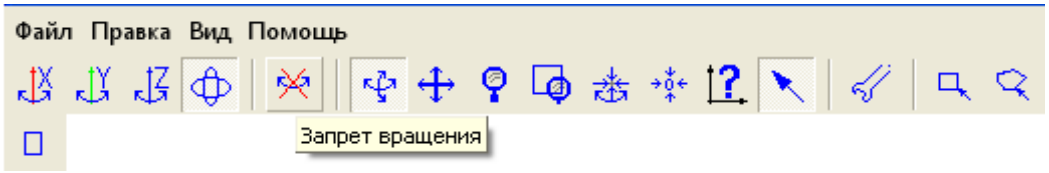
Панель навигации состоит из следующих элементов:

- выбор оси вращения – при выборе соответствующей оси, вращение объекта будет происходить вокруг нее (Рисунок 4.6 а);
- вращение вокруг точки – включает режим вращения вокруг выбранной точки, левая кнопка мыши (Рисунок 4.6 б);
- запрет вращения – в данном режиме вращения не происходит (Рисунок 4.6 в);
- вращение – включает режим вращения, левая кнопка мыши (Рисунок 4.6 г);
- перемещение – включает режим перемещения, левая кнопка мыши (рисунок 4.6 д);

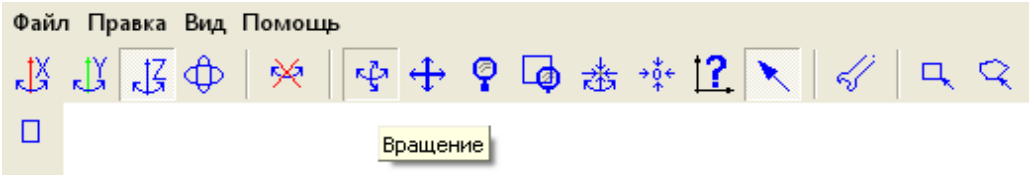
- приблизить/удалить – включает режим масштабирования, левая кнопка мыши (Рисунок 4.6 е);
- масштаб рамкой – приближает выбранные рамкой объекты (Рисунок 4.6 ж);
- выбор точки вращения – позволяет выбрать точку, вокруг которой будет осуществляться вращение (Рисунок 4.6 з);
- точка вращения центр –помещает точку вращения в центр экрана (Рисунок 4.6 и);
- выбор проекции – отображение объекта в одной из плоскостей, определяемых координатными осями (Рисунок 4.6 к).

а)

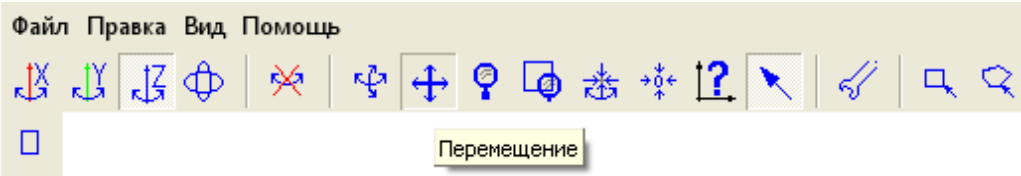
б)



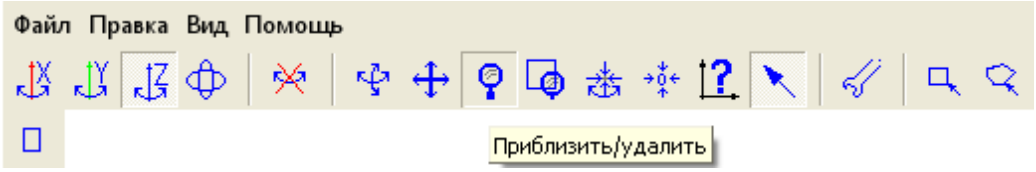
в)



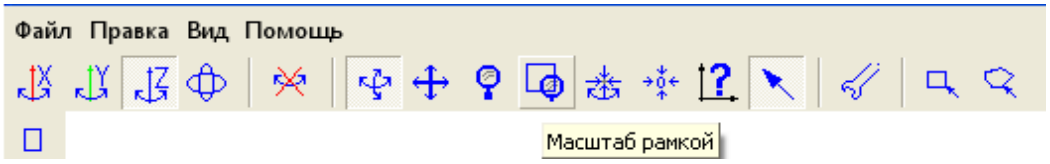
г)



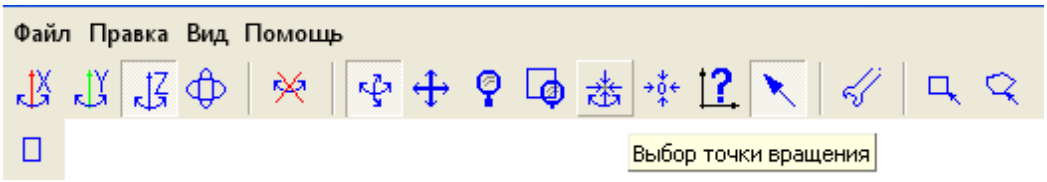
д)



е)

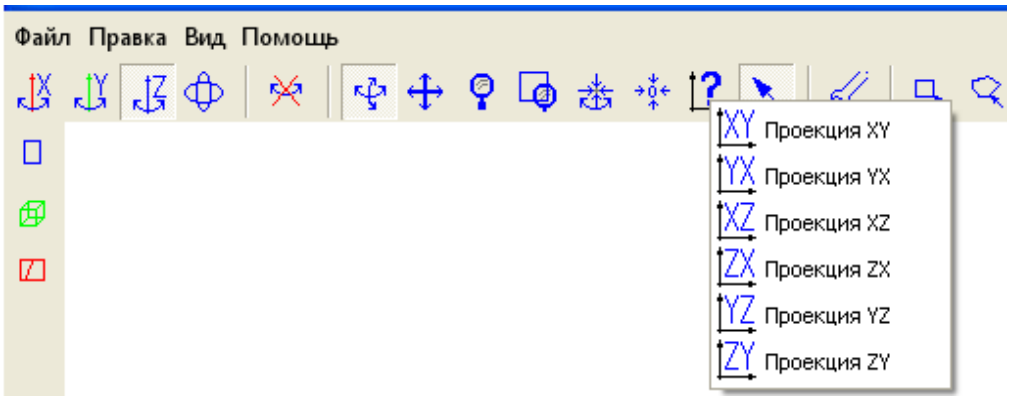


ж)



з)

и)



к)

Рисунок 4.6 – Описание панели навигации:

а) выбор оси вращения; б) вращение вокруг точки; в) запрет вращения; г) вращение; д) перемещение; е) приблизить/удалить; ж)масштаб рамкой; з) выбор точки вращения; и) точка вращения центр; к) выбор проекции

Кнопки вызова визуальных настроек программы позволяет изменить масштаб отображения каркаса в выбранных направлениях и менять цвета фона рабочего окна, сетки, заливки сетки и каркаса (Рисунок 4.7).

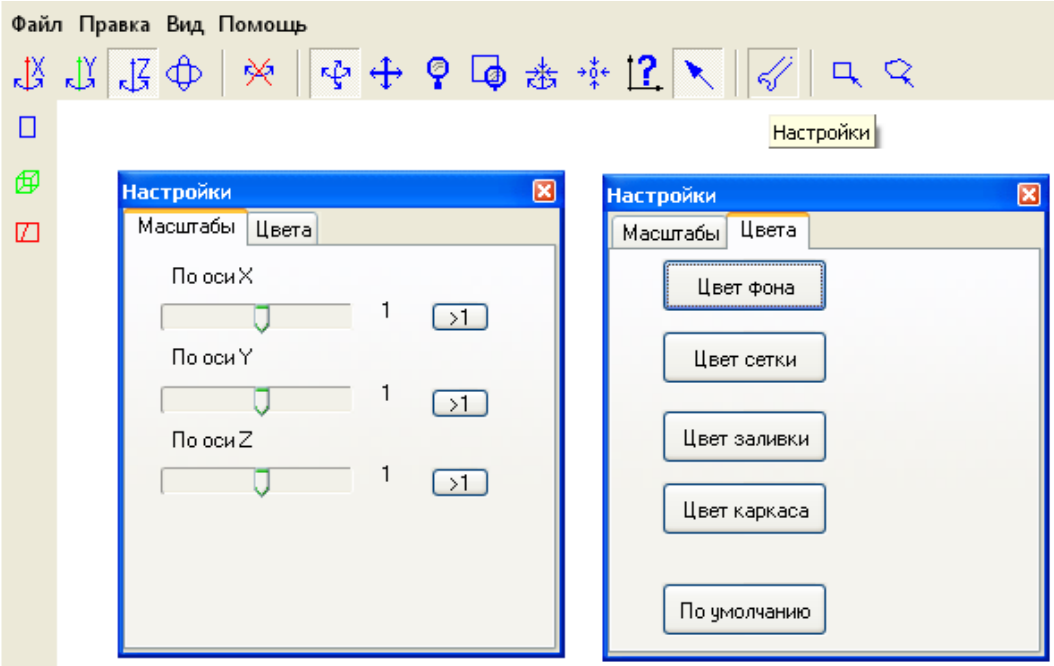


Рисунок 4.7 – Панель масштабирования осей и визуальных настроек программы

4.3.Общие принципы построения каркаса и геометрии здания

Важно! Если в проекте предполагается решать обе задачи, определение времени блокирования и расчетного времени эвакуации, тогда каркас здания должен быть построен исходя из нужд последней задачи. Такой каркас является более полным и в общем случае совпадает со всем зданием. Для определения времени блокирования обычно используется меньшая часть здания (содержащая основные пути эвакуации), которая может быть выделена из полного каркаса при формировании расчетной области для моделирования распространения пожара, см. п.4.5.

Каркас используется для создания расчетных областей для моделирования пожара и эвакуации (геометрии). Поэтому каркас следует строить, учитывая

особенности расчетных модулей, чтобы в дальнейшем облегчить работу по созданию расчетных областей.

ВАЖНО!	
1.	Каркас. Все пристыкованные друг к другу блоки, составляющие расчетную область для ОФП, образуют единый связанный объем, то есть по умолчанию внутренние к этой области грани блоков являются расчетными. Поэтому, если предполагается, что соседние элементы каркаса образуют связанную область (через проем или через всю грань), они должны быть пристыкованы друг к другу ВПЛОТНУЮ.
2.	Каркас. Элементы каркаса не должны пересекаться и быть вложены друг в друга (могут быть пристыкованы или находиться на расстоянии друг от друга).
3.	Геометрия. Элементы геометрии не должны пересекаться и быть вложены друг в руга (могут быть пристыкованы или находиться на расстоянии друг от друга).
4.	Геометрия. Все помещения, связанные проемами, должны быть пристыкованы друг к другу вплотную.

ВАЖНО! В процессе построения каркаса рекомендуется регулярно выполнять *поиск блоков*, п. 4.5.7. Данная процедура позволяет следить за корректностью построения каркаса и своевременно отслеживать и исправлять ошибки построения каркаса. (Наличие некорректных блоков в дальнейшем не даст создать расчетные области для моделирования пожара и эвакуации! Некорректные блоки появляются из-за случайного удаления их элементов – вершин и/или ребер) Если все *блоки* каркаса *корректны*, они окрашиваются в *зеленый* цвет. Если обнаружены *некорректные блоки*, ребра таких блоков окрашиваются в *синий* цвет. Частый поиск блоков помогает быстро находить места повреждения. Исправить ситуацию можно только удалением всех элементов поврежденного блока. Рекомендуется

последовательно удалять элементы «претендентов» и осуществлять поиск блоков, как только претендент будет удален, все блоки окрасятся в зеленый цвет.

ВАЖНО! При построении каркаса здания следует активно пользоваться функцией *группировки* элементов каркаса (п. 4.4.11) для удобства отображения нужных частей. Группировать объемы удобно по принципу принадлежности к одному этажу, отдельно группировать проемы этажа, отдельно каркас лестниц. Тогда при построении многоэтажного здания, управляя отображением частей здания, удобно «добираться» до нужных элементов при работе с ними.

ВАЖНО! Инструмент *«Трансформация»* и другие способы трансформации элементов каркаса (п.4.4.10) могут быть использованы для копирования, перемещения, отражения, вращения построенных элементов каркаса (примитивов).

4.4.Создание каркаса

Общие принципы. Объемы этажей составляются только из объемных примитивов (шестигранников, каждая грань - четырехугольник). При необходимости соседние объемы связываются плоскими примитивами (проемами).

Предусмотрено два режима построения каркаса здания:

- с помощью примитивов по заданным геометрическим характеристикам примитивов;

- интерактивный (геометрические характеристики примитивов задаются частично, частично определяются пользователем в процессе интерактивного построения).

Предусмотрено несколько вариантов построения каркаса здания (доступность определяется версией программы):

1) из прямоугольных параллелепипедов по заданным геометрическим размерам, ориентированных вдоль координатных осей;
2) из прямоугольных параллелепипедов, ориентированных вдоль координатных осей (интерактивный режим);

3) из прямоугольных параллелепипедов, ориентированных вдоль координатных осей с использованием подложки (интерактивный режим);
4) произвольных шестигранников, в основании которых произвольный четырехугольник (интерактивный режим);
5) произвольных шестигранников, в основании которых произвольный четырехугольник, с использованием подложки (интерактивный режим).

Рисунок 4.8 – Инструменты построения каркаса здания

Для создания каркаса здания используется набор инструментов на левой панели (Рисунок 4.8). Данная панель состоит из следующих инструментов:

- 1- построение примитива «плоский прямоугольник» по геометрическим характеристикам (используется для формирования окон, (дверных) проемов в стенах, обозначения специальных областей для дальнейшего задания сценария пожара (места размещения пожарной нагрузки, дымовые клапана, вентиляция и т.п.);
- 2 - построение примитива «прямоугольный блок», ориентированный вдоль координатных осей, по геометрическим характеристикам;
- 3 - построение примитива «лестница» по геометрическим характеристикам;
- 4 – инструмент «Лестница» для интерактивного построения лестницы;

- 5 – набор инструментов «Примитивы» для интерактивного построения каркаса здания,
- 6 – инструмент «Трибуна» для построения секторов трибун;
- 7 – инструмент «Змейка» для построения змеек (формирующих поток людей).

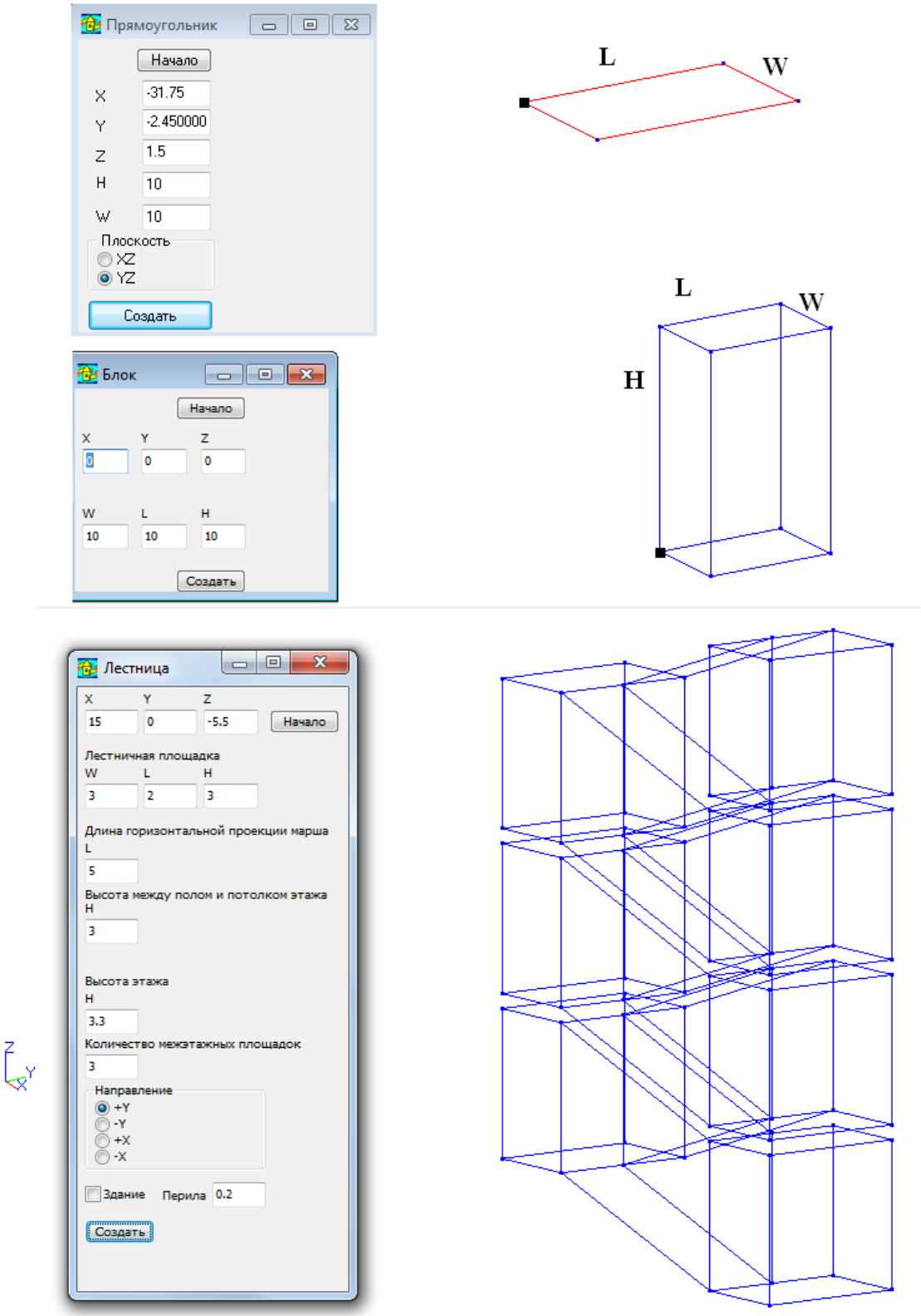
4.4.1. Построение каркаса из примитивов по заданным геометрическим характеристикам

Данный режим предполагает построение здания с помощью набора геометрических примитивов 1, 2, 3 Рисунок 4.8, ориентированных вдоль координатных осей.

4.4.1.1. Примитив «Прямоугольник»

Примитив «Прямоугольник» (1, Рисунок 4.8) предназначен для формирования окон, (дверных) проемов в стенах, обозначения специальных областей для дальнейшего задания сценария пожара (места размещения пожарной нагрузки, дымовые клапаны, вентиляция, стены, через которые будут учитываться тепловые потери в расчете).

Важно! На этом этапе рекомендуется разместить на каркасе здания специальные плоские области для дальнейшего задания сценария пожара (места размещения пожарной нагрузки, дымовые клапана, вентиляция) с помощью инструмента «Прямоугольник». Эти элементы могут располагаться только на внешних гранях здания (границах расчетной области), которыми являются внешние стены, полы и потолки (полы и потолки являются внешними, поскольку при построении каркаса необходимо учитывать толщину межэтажных перекрытий оставляя соответствующее расстояние по вертикали между блоками, образующими помещения соседних этажей).



535

Рисунок 4.9 – Создание элементов каркаса (без подложки) по примитивам заданными геометрическими характеристиками

Стены, через которые будут учитываться тепловые потери в расчете, задаются прямоугольником, имеющим размер грани соответствующего блока. Если такая стена содержит дверной проем, то ее следует «замостить» набором прямоугольников, вокруг проема, т.е. область дверного проема не должна с ней пересекаться.

Для создания элемента в открывающемся окне «Прямоугольник» необходимо указать координаты точки, к которой будет привязан данный примитив. Для этого необходимо заполнить поля «X», «Y», «Z». Эти поля можно заполнять вручную, а можно выделить левой кнопкой мыши на уже существующем каркасе точку привязки (такой точкой привязки может быть только вершина уже созданного примитива, при выделении точка окрашивается в белый цвет). Затем нажать кнопку «Начало». Эта начальная точка будет иметь наименьшие значения координат новой фигуры (Рисунок 4.9).

Также вводятся следующие параметры примитива (Рисунок 4.9):

- высота H, м,
- ширина W, м.

Выбирается плоскость построения примитива: XZ или YZ.

После задания необходимых величин для создания элемента нажимается кнопка «Создать» (Рисунок 4.9), и этот элемент появится в заданном месте каркаса.

4.4.1.2. Примитив «Блок»

Примитив «Блок» является основным элементом конструкции здания (2, Рисунок 4.8). Все внутренние помещения здания состоят из блоков.

Для создания блока в открывающемся окне «Блок» необходимо указать координаты точки, к которой будет привязан данный примитив. Для этого необходимо заполнить поля «X», «Y», «Z». Эти поля можно заполнять вручную, а можно выделить левой кнопкой мыши на уже существующем каркасе точку привязки (такой точкой привязки может быть только вершина уже созданного примитива, при выделении точка окрашивается в белый цвет). Затем нажать кнопку

«Начало». Эта начальная точка должна иметь наименьшие значения координат (Рисунок 4.9).

Также вводятся следующие параметры примитива (Рисунок 4.9):

- ширина W (направление Ox),
- длинна L (направление Oy),
- высота H (направление Oz);

После задания необходимых величин для создания элемента нажимается кнопка «Создать» (Рисунок 4.9), и этот элемент появится в заданном месте каркаса.

4.4.1.3. Примитив «Лестница»

Примитив «Лестница» используется для создания лестниц в здании (3, Рисунок 4.8). С помощью этого примитива можно построить «классическую» лестницу», у которой между соседними этажами два марша, площадки, примыкающие к этажам и межэтажная площадка.

Для создания лестницы в открывающемся окне «Лестница» необходимо указать координаты точки, к которой будет привязан данный примитив. Для этого необходимо заполнить поля «X», «Y», «Z». Эти поля можно заполнять вручную, а можно выделить левой кнопкой мыши на уже существующем каркасе точку привязки (такой точкой привязки может быть только вершина уже созданного примитива, при выделении точка окрашивается в белый цвет). Затем нажать кнопку «Начало». Эта начальная точка должна иметь наименьшие значения координат (Рисунок 4.9).

Также вводятся следующие параметры примитива (Рисунок 4.9):

- ширина W (направление Ox), длинна L (направление Oy) и высота H (направление Oz) для лестничных площадок,
- длинна горизонтальной проекции марша (ширина марша по умолчанию принимается равной половине ширины лестничной площадки),
- высота между полом и потолком этажа;

- высота этажа (**Важно!** высота этажа при построении лестницы должна быть больше, чем высота между полом и потолком этажа из-за не нулевой толщины перекрытий),

- количество межэтажных площадок,

- направление – направление построения лестницы относительно точки привязки (лестница «смотрит в сторону» точки привязки лестничной площадкой, примыкающей к этажу),

- в окне «Перила» задается ширина перил, если за счет перил происходит заужение ширины марша (важно для моделирования эвакуации),

- опция «Здание» активируется, если уже начата работа с инструментом «Здание», см. п.4.6.7 (в этом случае лестница автоматически встроится в геометрию здания со всеми своими элементами).

4.4.2. Построение каркаса в интерактивном режиме: общие сведения, подготовительные действия

4.4.2.1. Инструменты интерактивного построителя

Интерактивное построение каркаса здания осуществляется с помощью инструментов 4 (интерактивное построение лестницы заданной геометрии), 5 (набор инструментов для интерактивного построения каркаса (этажей) здания), 6 (инструмент для построения каркаса секторов трибун) и 7 (инструмент для построения каркаса «змеек»), Рисунок 4.8.

Окно **«Лестница»** интерактивного автоматического построения лестницы представлено на Рисунок 4.10. Первой строкой в окне указывается активный этаж – этаж, который в текущий момент выделен с окне «Здание»: его номер, имя и координата Z привязки этажа. Именно данная Z определяет высоту расположения основания лестницы, поэтому, если нужно чтобы лестница шла от этажа с номером N вверх, нужно выделять этаж с номером N в окне «Здание».

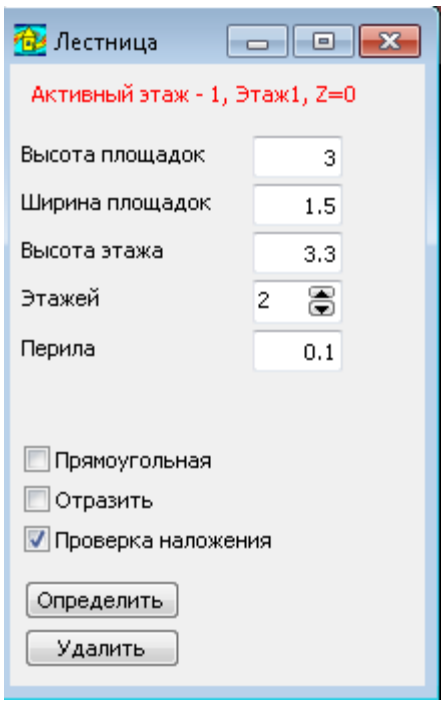


Рисунок 4.10 – Окно «Лестница интерактивная» - инструмент построения лестницы в интерактивном режиме

Инструмент позволяет автоматически по заданным характеристикам строить лестницу, имеющую два марша между соседними этажами и три лестничные площадки, Рисунок 4.29 д), все марши и все площадки имеют одинаковые геометрические характеристики.

Набор опций окна **«Лестница»** для интерактивного построения лестницы включает, Рисунок 4.10:

- «Высота площадок», [м] - задается высота между полом и потолком одного этажа;
- «Ширина площадок», [м] - задается расстояние между торцом марша и противоположной стеной;
- «Высота этажа», [м] - задается высота между уровнями пола двух соседних этажей (то есть с учетом перекрытия);
- «Этажей» - задается количество этажей;
- «Перила», [м] - задается ширина перил на маршах, и марши в геометрии здания имеют ширину меньшую на эту величину, чем соответствующий каркас (учитывается при моделировании эвакуации);

- «Прямоугольная» - по умолчанию не активна, удобно активировать, если необходимо построить лестницу, вписанную в лестничную коробку, ориентированную вдоль координатных осей;
- «Отразить» - активировать, если требуется поменять местами «приходящий» и «уходящий» марши, прилегающие к одной площадке;
- «Проверка наложения» - по умолчанию активна, позволяет автоматически следить за пересечением нового объема с тем, к которому он пристраивается, в случае пересечения новый объем не будет построен (при неактивной опции проверка не осуществляется – иногда это требуется при построении).

Другие геометрические характеристики лестницы, а именно – горизонтальные размеры лестничной коробки, в которую вписана лестница, определяются пользователем интерактивно в процессе построения Лестницы в рабочем окне.

Кнопки:

- «Определить» – по нажатию на эту кнопку можно преступать к построению лестницы в рабочем окне;
- «Удалить» - по нажатию удаляется одна последняя построенная лестница из каркаса здания и геометрии здания в окне «Здание».

Окно **«Примитивы»** интерактивного построения основных элементов каркаса этажей здания представлено на Рисунок 4.11. Первой строкой в окне примитивов указывается активный этаж – этаж, который в текущий момент выделен с окне «Здание»: его номер, имя и координата Z привязки этажа. Именно данная Z определяет высоту расположения нижней грани примитивов.

Набор инструментов окна **«Примитивы»** для интерактивного построения каркаса включает, Рисунок 4.11:

построение объемов:

- 1 - построение примитива «шестигранник с произвольным четырехугольником в основании» (в поле «Высота помещения» указывается высота помещения);

- 2 - построение примитива «шестигранник с прямоугольным четырехугольником в основании» (в поле «Высота помещения» указывается высота помещения);

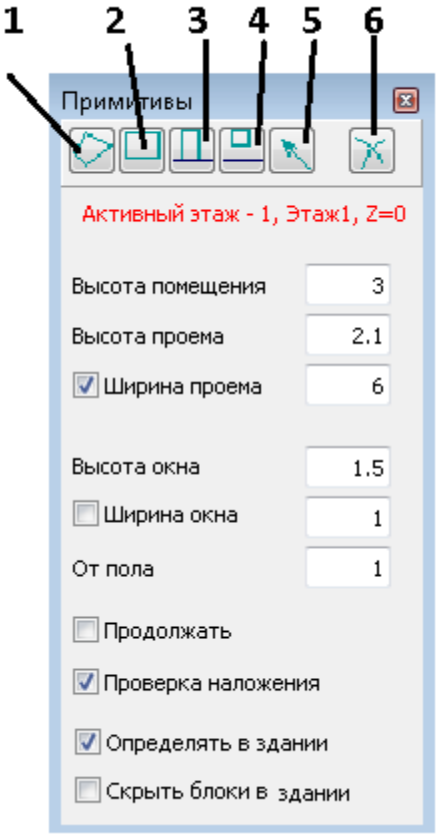


Рисунок 4.11 – Окно «Примитивы» - инструменты построения каркаса здания в интерактивном режиме

построение плоских фигур:

- 3 – построение (дверного) проема (в поле «Высота проема» указывается высота проема, в поле «Ширина проема» указывается ширина проема – при активной опции проем строится только заданной ширины, если опция не активна, то ширина проема определяется в процесса построения);
- 4 – построение оконного проема (в поле «Высота окна» указывается высота окна, в поле «Ширина окна» указывается ширина окна – при активной опции окно строится только заданной ширины, если опция не активна, то ширина окна определяется в процесса построения; в поле «От пола» задается расстояние нижнего уровня окна от пола);

инструменты управления:

- 5 – остановка построения при активной опции «Продолжать»;
- 6 – отмена ОДНОГО предыдущего действия (построенного примитива).

Набор опций окна **«Примитивы»** для интерактивного построения каркаса включает, Рисунок 4.11:

- «Высота помещения», [м] - задается высота помещения при использовании инструментов 1 или 2 (для других инструментов эта опция не активна);
- «Высота проема», [м] - задается высота проема при использовании инструмента 3 (для других инструментов эта опция не активна);
- «Ширина проема», [м] - задается ширина проема при использовании инструмента 3 (если опция активна (стоит галочка слева), то проем строится только заданной ширины, если опция не активна, то ширина проема определяется в процесса построения);
- «Высота окна», [м] - задается высота окна при использовании инструмента 4 (для других инструментов эта опция не активна);
- «Ширина окна», [м] - задается ширина окна при использовании инструмента 4 (если опция активна, окно строится только заданной ширины, если опция не активна, то ширина окна определяется в процесса построения);
- «От пола», [м] задается расстояние нижнего уровня окна от пола этажа, указанного в первой строке;
- «Продолжать» - по умолчанию не активна, удобно активировать, если подряд строится несколько одинаковых элементов;
- «Проверка наложения» - по умолчанию активна, позволяет автоматически следить за пересечением нового объема с тем, к которому он пристраивается, в случае пересечения новый объем не будет построен (при неактивной опции проверка не осуществляется – иногда это требуется при построении);
- «Определять в здании» – по умолчанию активна, позволяет автоматически добавлять в геометрию здания на выделенный этаж (дверные) проемы и блоки,

построенные в каркасе, связь между элементами каркаса и геометрии здания имеет место только в момент построения, в дальнейшем трансформация построенных элементов каркаса никак не отражается на соответствующих элементах геометрии здания в окне «Здание» (опцию обязательно отключать, когда с помощью инструмента «проем» задаются области для сценария пожара: область размещения пожарной нагрузки, дымовые клапаны, вентиляция, стены, через которые будут учитываться тепловые потери в расчете);

- «Скрыть блоки в здании» - по умолчанию не активна, позволяет визуализировать добавленные в геометрию здания блоки (но поскольку тем самым под такими блоками оказывается скрыта подложка, то иногда удобно блоки, добавленные в здание скрывать, то есть активировать опцию).

Другие геометрические характеристики объемных примитивов (не указанные в окне «Примитивы»), а именно – горизонтальные размеры, определяются пользователем интерактивно в процессе построения объемных примитивов в рабочем окне.

По умолчанию реализовано однократное срабатывание кнопок 1, 2, 3, 4, Рисунок 4.11. Если необходимо построить подряд несколько одинаковых элементов, тогда следует активировать опцию «Продолжать», затем выбрать элемент. Прекратить построение выбранного элемента в таком режиме можно нажатием кнопки 5, выбрать другой элемент – нажатием на соответствующую кнопку.

По умолчанию считается, что нижняя и верхняя грани примитива (пол и потолок) находятся в горизонтальном положении, стены – вертикально. При необходимости эту ситуацию можно изменить, воспользовавшись инструментом «Трансформация» к отдельным элементам примитива (см. п. 4.4.10).

Построение в интерактивном режиме удобно выполнять в горизонтальной проекции XY. Инструменты навигации, Таблица 4.1, доступны при активных кнопках 1, 2, 3, 4 окна «Примитивы».

Окно **«Трибуна»** интерактивного автоматического построения секторов трибун представлено на Рисунок 4.12. Первой строкой в окне указывается активный этаж – этаж, который в текущий момент выделен с окне «Здание»: его номер, имя и координата Z привязки этажа. Именно данная Z определяет высоту расположения первого ряда сектора трибуны, поэтому, если нужно построить трибуну на этаже с номером N, нужно выделять этаж с номером N в окне «Здание».

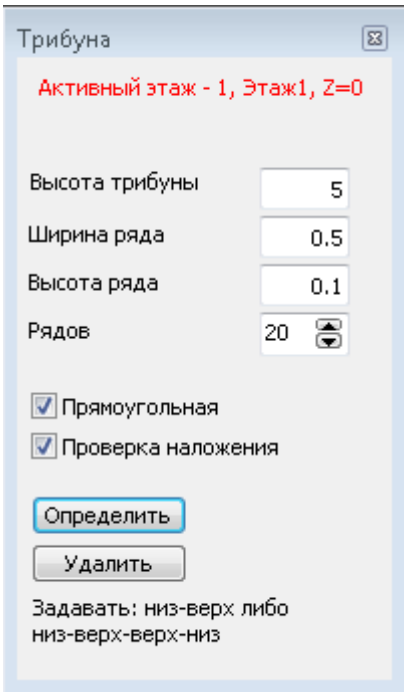


Рисунок 4.12 – Окно «Трибуна» - инструмент построения секторов трибун в интерактивном режиме

Инструмент позволяет автоматически по заданным характеристикам строить сектор трибуны, состоящий из блоков-рядов.

Набор опций окна **«Трибуна»** для интерактивного построения сектора трибуны включает, Рисунок 4.12:

- «Высота трибуны», [м] - задается высота подъема сектора трибуны (расстояние между отметками пола нижнего и верхнего рядов);
- «Ширина ряда», [м] - задается ширина одного ряда сектора трибуны;
- «Высота ряда», [м] - задается высота блока, образующего ряд;
- «Рядов» - задается количество рядов;

- «Прямоугольная» - по умолчанию активна, удобно использовать, если необходимо построить прямоугольный сектор трибуны, ориентированный вдоль координатных осей;
- «Проверка наложения» - по умолчанию активна, позволяет автоматически следить за пересечением нового объема с тем, к которому он пристраивается, в случае пересечения новый объем не будет построен (при неактивной опции проверка не осуществляется – иногда это требуется при построении).

Другие геометрические характеристики сектора трибуны, а именно – горизонтальные размеры области, в которую будет вписан сектор, определяются пользователем интерактивно в процессе построения в рабочем окне.

Кнопки:

- «Определить» – по нажатию на эту кнопку можно преступать к построению сектора трибуны в рабочем окне;
- «Удалить» - по нажатию удаляется один последний построенный сектор из каркаса здания и геометрии здания в окне «Здание».

Окно **«Змейка»** интерактивного автоматического построения «змеек» (элементов, формирующих поток людей) представлено на Рисунок 4.13. Первой строкой в окне указывается активный этаж – этаж, который в текущий момент выделен с окне «Здание»: его номер, имя и координата Z привязки этажа. Именно данная Z определяет высоту расположения «змейки», поэтому, если нужно построить «змейку» на этаже с номером N, нужно выделять этаж с номером N в окне «Здание».

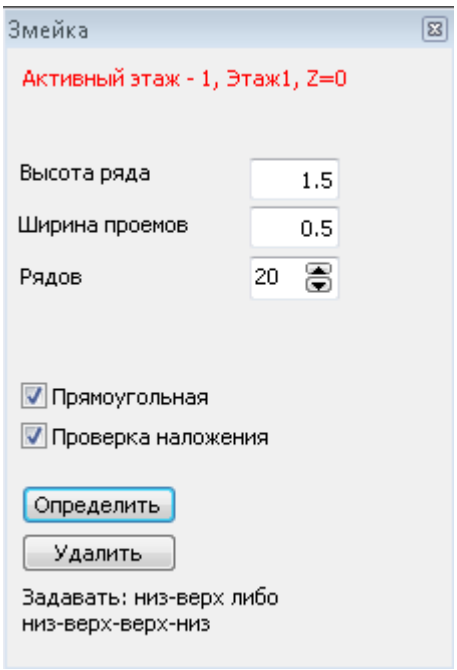


Рисунок 4.13 – Окно «Змейка» - инструмент построения «змеек» в интерактивном режиме

Инструмент позволяет автоматически по заданным характеристикам строить «змейку».

Набор опций окна **«Змейка»** для интерактивного построения «змеек» включает, Рисунок 4.13:

- «Высота ряда», [м] - задается высота ряда «змейки»;
- «Ширина проемов», [м] - задается ширина прохода между соседними рядами «змейки»;
- «Рядов» - задается количество рядов;
- «Прямоугольная» - по умолчанию активна, удобно использовать, если необходимо построить «змейку», вписанную в прямоугольную область, ориентированную вдоль координатных осей;
- «Проверка наложения» - по умолчанию активна, позволяет автоматически следить за пересечением нового объема с тем, к которому он пристраивается, в случае пересечения новый объем не будет построен (при неактивной опции проверка не осуществляется – иногда это требуется при построении).

Другие геометрические характеристики «змейки», а именно – горизонтальные размеры области, в которую будет вписана «змейка», определяются пользователем интерактивно в процессе построения в рабочем окне.

Кнопки:

- «Определить» – по нажатию на эту кнопку можно преступать к построению сектора трибуны в рабочем окне;
- «Удалить» - по нажатию удаляется один последний построенный сектор из каркаса здания и геометрии здания в окне «Здание».

ВАЖНО! Чтобы воспользоваться любым инструментом выделения элементов каркаса (нажатием на каркас мышкой, рамкой или полигоном, п.4.4.10), нужно закрыть окно «Примитивы».

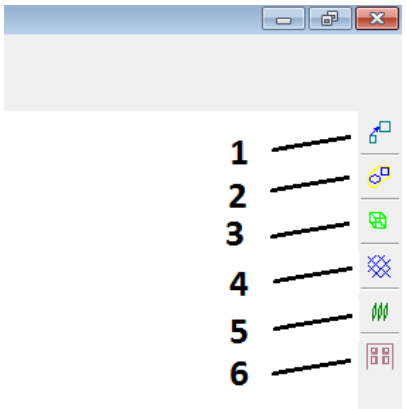


Рисунок 4.14 – Панель инструментов для работы с элементами каркаса, построения сетки и геометрии здания

4.4.2.2. Создание списка «Здание»

Построение каркаса здания в интерактивном режиме реализовано на отнесении элементов каркаса к конкретным этажам (это есть следствие того, что здесь не задаются точки привязки элементов каркаса в явном виде, отнесение элементов к разным высотам возможно только путем отнесения к разным этажам и задания у

этажей необходимой высоты (координата Z) привязки). Для этого перед началом построения каркаса здания необходимо выполнить подготовительные действия:

- открыть инструмент «Здание» (6, Рисунок 4.14). Если геометрия здания создается впервые, необходимо зайти в меню «Файл» и выбрать пункт «Новый» (Рисунок 4.69). После чего появится в окне «Здание» элемент «Здание»;

- добавить новый этаж в здание (создать элемент «Этаж»): сначала выделить мышкой (левая клавиша) элемент «Здание» (надпись подсвечивается), далее нажать правую кнопку мыши и из выпавшего списка в разделе «Добавить» выбрать «Этаж» (Рисунок 4.71а). После этого в окне «Здание» появляется элемент «Этаж», при выделении этажа мышкой открывается инспектор свойств этажа (Рисунок 4.15) (Управлять отображением содержания списка «Здание» можно нажатием на стрелку слева от названия.);

- в**ажно!** Каждому созданному этажу обязательно присваивается номер в инспекторе свойств этажа в поле «Номер». Номер этажа – положительная величина, нумерация этажей идет снизу вверх. (**Если «Номер» = 0, то при создании сценария эвакуации и расчете эвакуации будет возникать ошибка!**). В поле «Имя» можно присвоить любое имя, как правило, естественное наименование этажа;

- точка привязки этажа задается в поле «Точка привязки», в формате X Y Z, Рисунок 4.15. Координата Z определяет отметку пола этажа. Если в здании помещения одного этажа находятся на разных уровнях, при построении соответствующей части следует изменять координату Z точки привязки.

Важно! При построении элементов каркаса, относящихся к какому-то этажу здания, этот этаж должен быть выделен в списке «Здание», информация об этом передается в окно «Примитивы» и «Лестница интерактивная»

Всякий раз начало построения элементов нового этажа в каркасе должно сопровождаться добавлением нового этажа в списке «Здание» и всех сопутствующих процедур, что описаны выше.

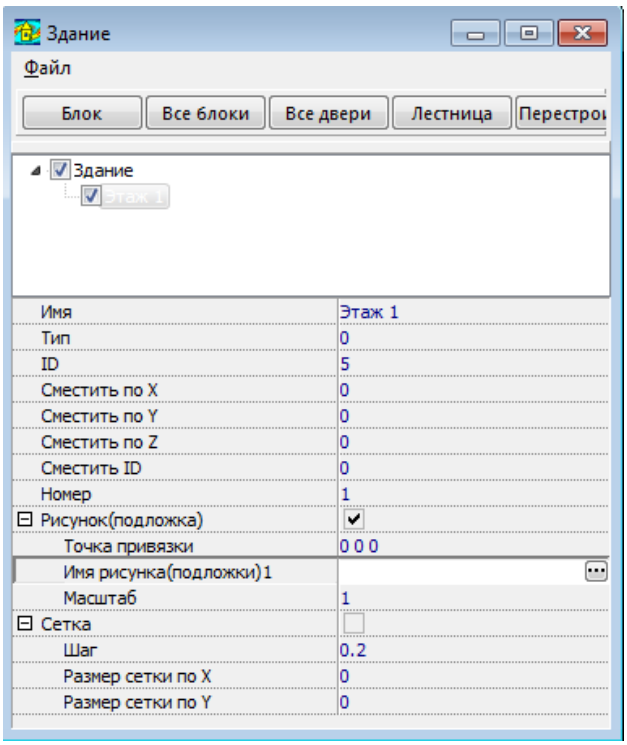


Рисунок 4.15 – Окно «Здание», инспектор свойств этажа

4.4.2.3. Подготовка файлов подложки

Чтобы изображения планов этажей можно было корректно использовать в качестве подложки, они должны быть подготовлены по следующему правилу:

– изображение планов этажей должны находиться в папке текущего проекта в отдельных файлах с расширением *.jpeg, *.jpg;

– **размеры файлов с изображение планов этажей не должны превышать 1 Мб, противном случае рисунок может не отображаться**;

– для удобства построения необходимо изображения всех этажей иметь в одном масштабе и разрешении.

4.4.2.4. Привязка и настройка подложки

Создание каркаса здания по подложке реализовано по принципу, что каждый этаж здания восстанавливается по собственной подложке. Можно привязать только одну подложку к каждому этажу здания.

Чтобы *привязать к данному этажу подложку* в инспекторе свойств этажа необходимо:

1) активировать свойство «Рисунок (подложка)» (поставить галочку);
2) указать точку привязки этажа и подложки к системе координат (ВАЖНО обращать внимание на координатуZ – она соответствует отметке пола этажа);
3) подгрузить изображение подложки (в формате *.jpeg) через открывающееся окно в поле «Имя рисунка (подложки)». После выполнения этих шагов в рабочем окне построителя появляется изображение подгруженной подложки, (Рисунок 4.16, Рисунок 4.17);
4) после загрузки подложки ее необходимо отмасштабировать. Для этого правой клавишей мыши выделить нужный этаж в списке «Здание», далее, в выпадающем списке, выбрать пункт «Масштаб для подложки». После чего откроется окно «Масштаб», в поле «Реальная длина отрезка» указать длину в метрах отрезка, нажать кнопку «Задать» (появится надпись «Определите линию»), а затем в два клика левой клавишей мыши указать начало и конец отрезка на подложке (он отобразится красным цветом - Рисунок 4.18), после чего в окне «Масштаб» отобразится значение масштаба в поле. Закрыть окно «Масштаб», вычисленное значение масштаба будет записано в поле «Масштаб» инспектора свойств этажа.

Масштаб определяется для каждого этажа здания. При привязке подложек к другим этажам уже определенное значение можно копировать в поле «Масштаб» инспектора свойств этих этажей в случае соответствия рисунков подложки по разрешению и масштабу чертежей, в противном случае корректировать изменяя масштаб, координаты X и Y точки привязки, угол (поворота) подложки на данном этаже.

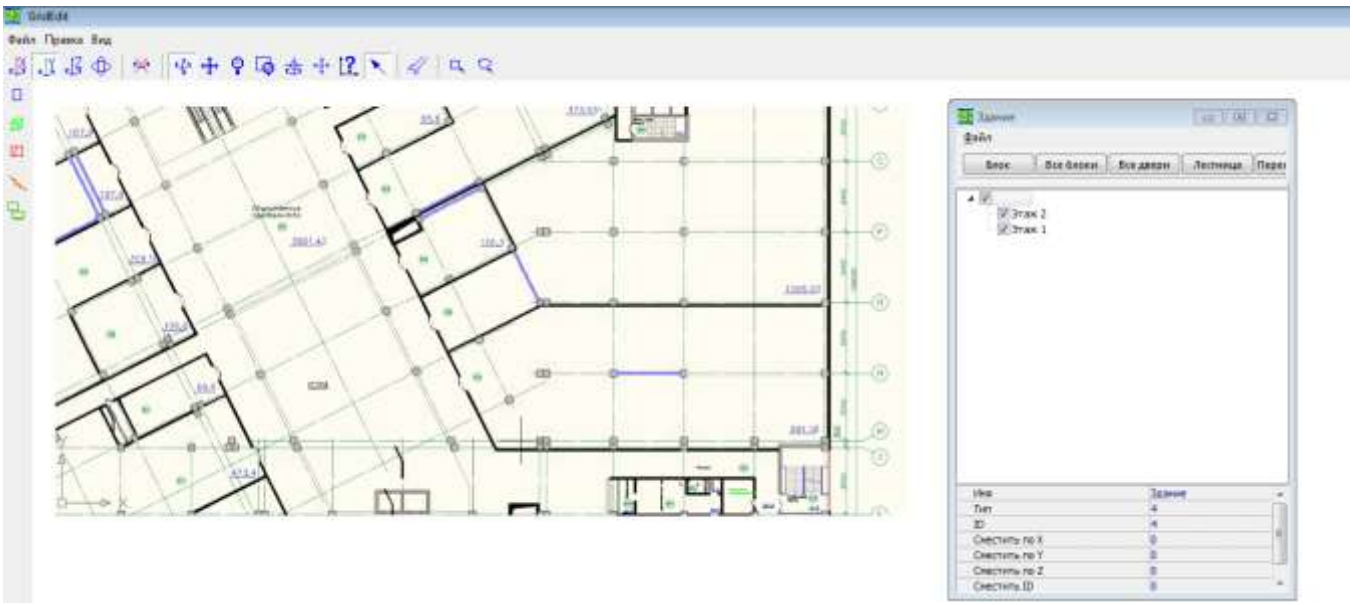


Рисунок 4.16 – Окно «Здание» и изображение подложки, привязанной к Этажу 1, проекция XY

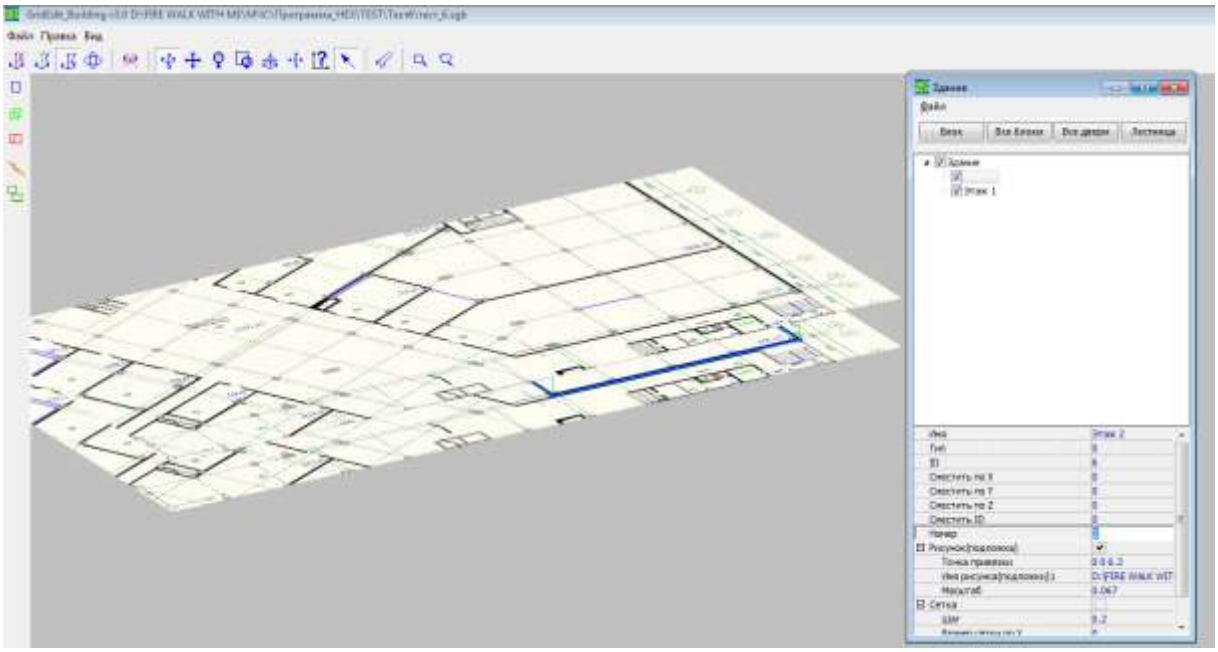


Рисунок 4.17 – Окно «Здание» и изображение подложек, привязанных к этажам 1 и 2, в трехмерном режиме

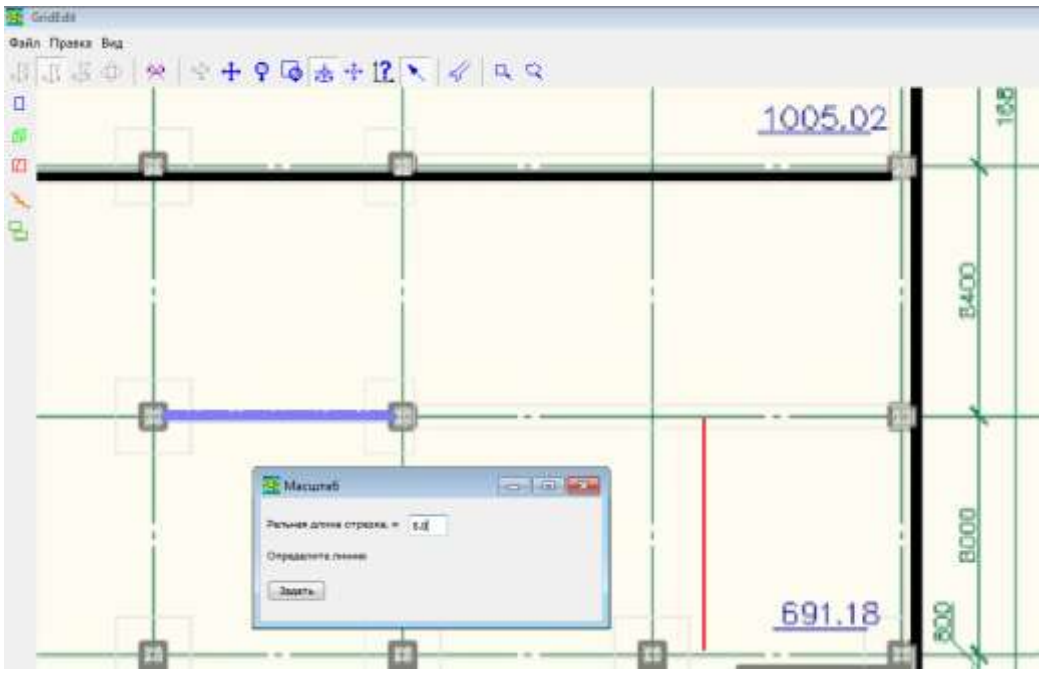


Рисунок 4.18 – Масштабирование подложки

После того как подложка привязана к этажу, можно управлять ее отображением с помощью активации соответствующей галочки, Рисунок 4.15.

ПОДСКАЗКА. Способы настроить подложку к этажам выше первого (выбор способа зависит от обьемно-планировочного решения).

Способ 1. Построить лестницу(ы) на все этажи, создать новый этаж в Здании, выставить правильную координату Z точки привязки этажа, отмасштабировать подложку, позиционировать подложку относительно лестничных площадок данного этажа изменяя координаты X, Y точки привязки этого этажа.

Способ 2. Сгруппировать все элементы предыдущего этажа. Создать в Здании следующий этаж. Установить координату Z точки привязки этого этажа так, чтобы был виден каркас предыдущего этажа. Отмасштабировать подложку (или скопировать масштаб с предыдущего этажа). Позиционировать подложку нового этажа относительно ключевых элементов нижнего этажа (например, коридора). Построить основной объем нового этажа (например, коридор, к которому потом будут пристыковываться смежные помещения). Скрыть элементы каркаса предыдущего этажа через Группировку, поднять (Инструмент «Трансформация»,

п.4.4.10.3) построенные объемы нового этажа на нужную высоту, изменить Z в точке привязки нового этажа на нужную, продолжить построение каркаса этажа.

4.4.2.5. Настройка сетки (для удобства построения каркаса)

Для удобства построения каркаса можно использовать сетку. Размер ячейки этой сетки (поле «Шаг») определяет точность построения каркаса. Для настройки сетки нужно:

1) активировать сетку в разделе «Сетка» (поставить галочку);
2) задать шаг сетки в метрах в поле «Шаг»;
3) указать размеры сетки вдоль оси OX в метрах в поле «Размер сетки по X»;
4) указать размеры сетки вдоль оси OY в метрах в поле «Размер сетки по Y».

После активации сетки она отобразится в рабочем поле, с точкой привязки указанной в разделе «Рисунок (подложка)» - Рисунок 4.19.

Отображением сетки можно управлять путем активации соответствующей галочки, Рисунок 4.15.

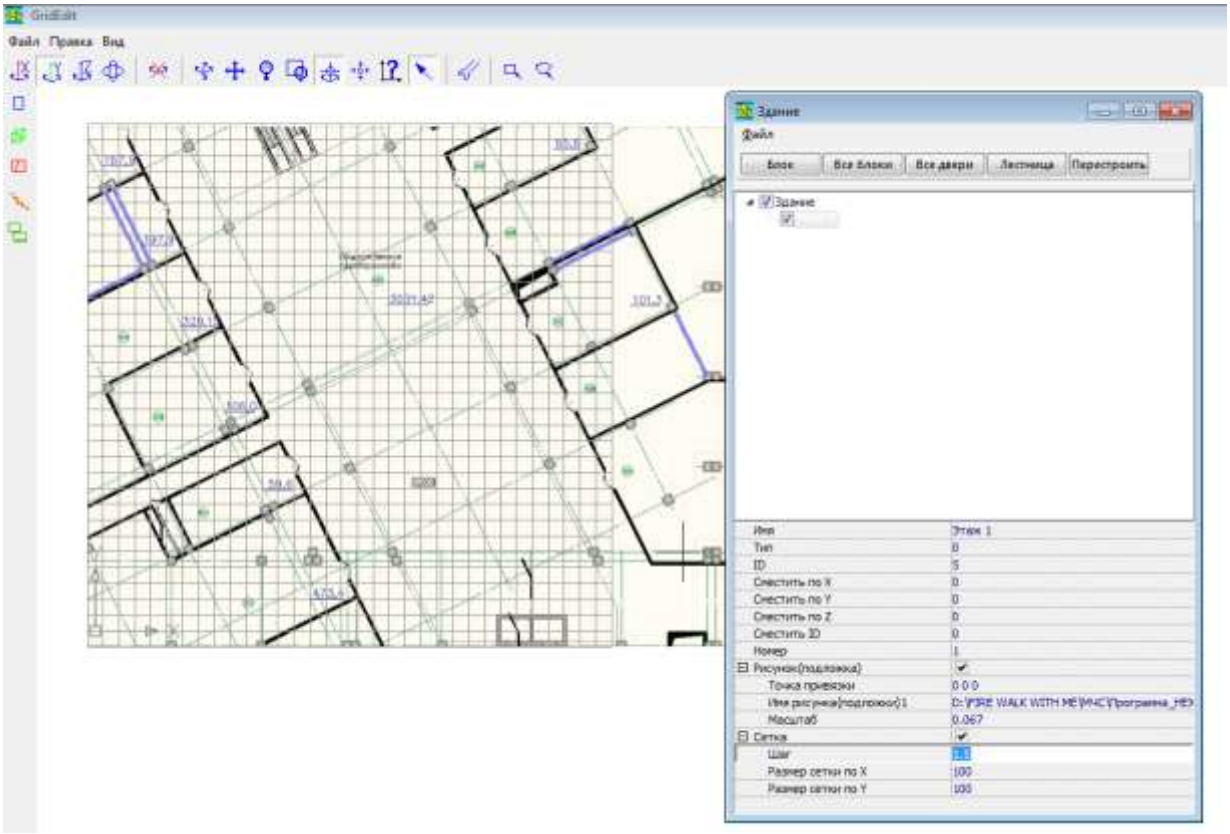


Рисунок 4.19 – Настройки сетки и ее отображение

Построитель привязывает вершины основания нового элемента к узлам сетки. Поэтому размер ячейки сетки влияет на точность совпадения пристыковываемых друг к другу элементов.

Рекомендуемый шаг=0.1 м, который при необходимости может быть изменен. Не рекомендуется задавать размер меньше 0.05 м.

4.4.2.6. Построение каркаса в интерактивном режиме из прямоугольных параллелепипедов, ориентированных вдоль координатных осей без использования подложки

Для построения каркаса этажа с помощью прямоугольных примитивов (ориентированных вдоль координатных осей) в интерактивном режиме необходимо:

- установить проекцию YX, Рисунок 4.6 к),
- запретить вращение, Рисунок 4.6 в),
- выделить (или создать) этаж в списке «Здание» (см. п. 4.4.2.2);
- указать точку привязки этажа к системе координат в инспекторе свойств этажа (особо **важно** обращать внимание на третью координату Z – она соответствует отметке пола этажа);
- обозначить высоту помещения, [м], в опции «Высота помещения»;
- активировать опцию «Определять в здании»;
- активировать опцию «Скрыть блоки в здании»;
- активировать инструмент «Прямоугольник» - кнопка 2 Рисунок 4.11;
- выполнить построение объемов каркаса (технология построения реализована в «два клика» – первым нажатием левой клавиши мыши в рабочее поле обозначается первая вершина основания, вторым нажатием обозначается вершина основания по диагонали (между «кликами» мыши левая клавиша должна быть отжата!). При построении фигуры (основания прямоугольного параллелепипеда) вдоль ребер обозначается длина соответствующих ребер, Рисунок 4.20.

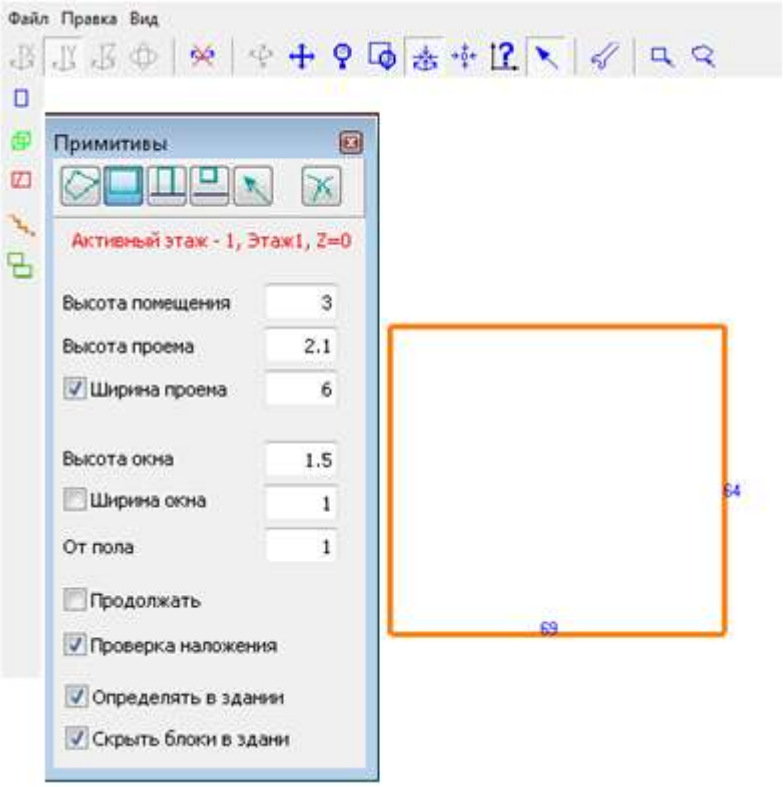
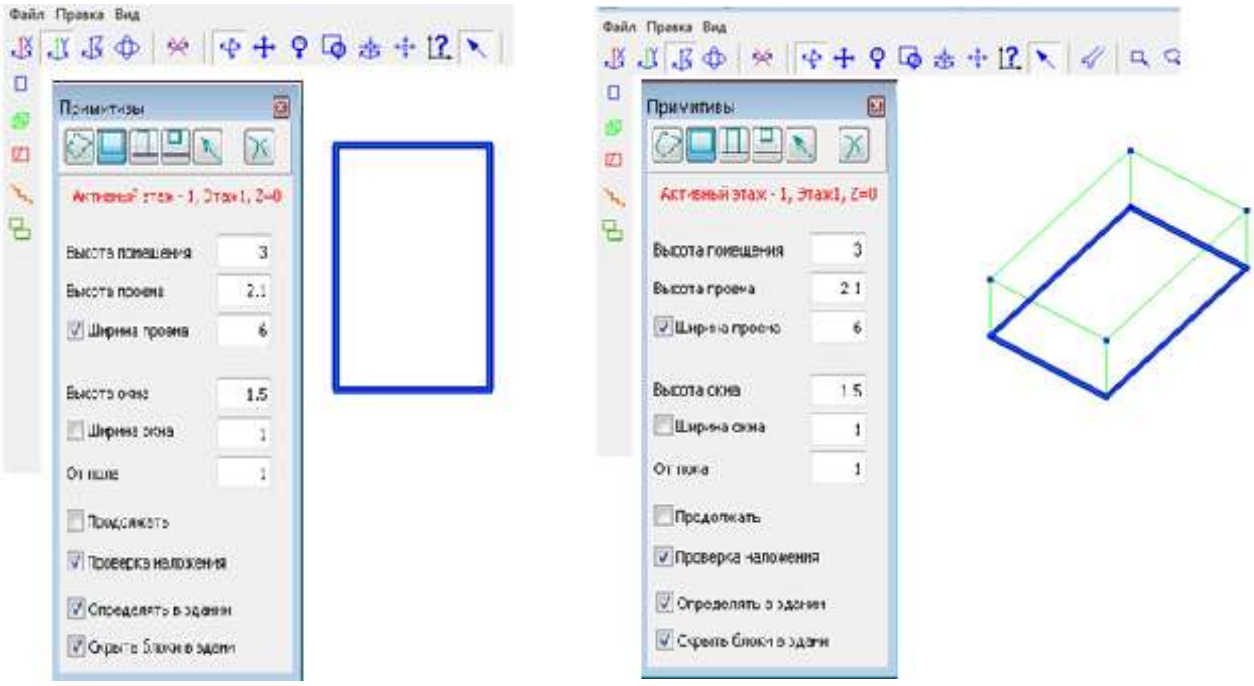


Рисунок 4.20 – Построение прямоугольного примитива в интерактивном режиме

980



а) б)

Рисунок 4.21 – Вид элемента каркаса в проекции XY (а), вид элемента каркаса в трехмерном режиме (б)

При активной опции «Продолжить» после построения текущего блока можно сразу приступать к построению следующего.

Важно! Во время построения каркаса этажа здания следить за тем, чтобы текущий этаж был выделен в списке «Здание» в окне «Здание», информация об этом отображается в окне «Примитивы» красным цветом в первой строке, Рисунок 4.11.

Основания построенных элементов будут подсвечиваться голубым цветом, Рисунок 4.21, управление отображением подсветки в меню «Вид», Рисунок 4.4.

4.4.3. Построение каркаса в интерактивном режиме из прямоугольных параллелепипедов, ориентированных вдоль координатных осей с использованием подложки

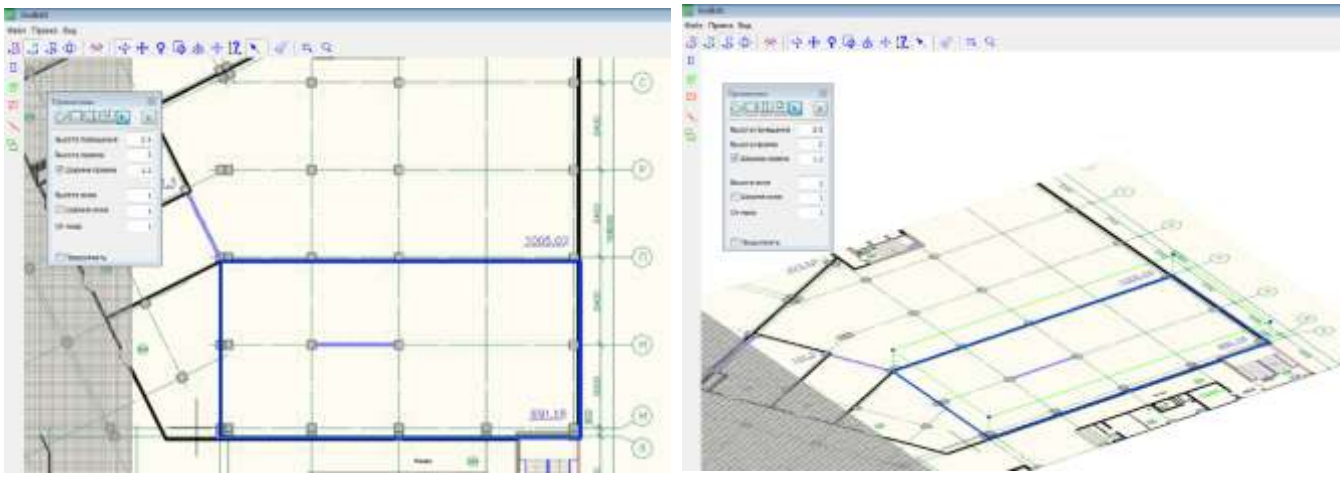
Для построения каркаса *этажа* с помощью прямоугольных примитивов (ориентированных вдоль координатных осей) в интерактивном режиме необходимо:

- установить проекцию YX, Рисунок 4.6 к;
- запретить вращение, Рисунок 4.6 в;
- выделить (или создать) этаж в списке «Здание» (см. п. 4.4.2.2);
- указать точку привязки этажа к системе координат в инспекторе свойств этажа (особо **важно** обращать внимание на третью координату z – она соответствует отметке пола этажа);
- подготовить рисунок (файл) с изображением подложки для этажа, как описано в п. 4.4.2.3;
- погрузить подложку, как описано в п. 4.4.2.4;
- при необходимости активировать сетку, как описано в п. 4.4.2.5;
- обозначить высоту помещения, [м], в опции «Высота помещения»;
- активировать опцию «Определять в здании»;
- активировать опцию «Скрыть блоки в здании»;
- нажать кнопку 2 «Прямоугольник», Рисунок 4.11;

- выполнить построение объемов каркаса (технология построения реализована в «два клика» – первым нажатием мыши (при нажатой левой клавише) в рабочее поле обозначается одна вершина основания, вторым нажатием обозначается вершина по диагонали (между «кликами» мыши левая клавиша должна быть отжата!). При этом при построении фигуры (основания прямоугольного параллелепипеда) вдоль ребер обозначается длина соответствующих ребер, Рисунок 4.20).

Основания построенных элементов будут подсвечиваться голубым цветом, Рисунок 4.22, управление отображением подсветки в меню «Вид», Рисунок 4.4.

Важно! Во время построения каркаса этажа здания следить за тем, чтобы текущий этаж был выделен в списке «Здание» в окне «Здание», информация об этом отображается в окне «Примитивы» красным цветом в первой строке, Рисунок 4.11.



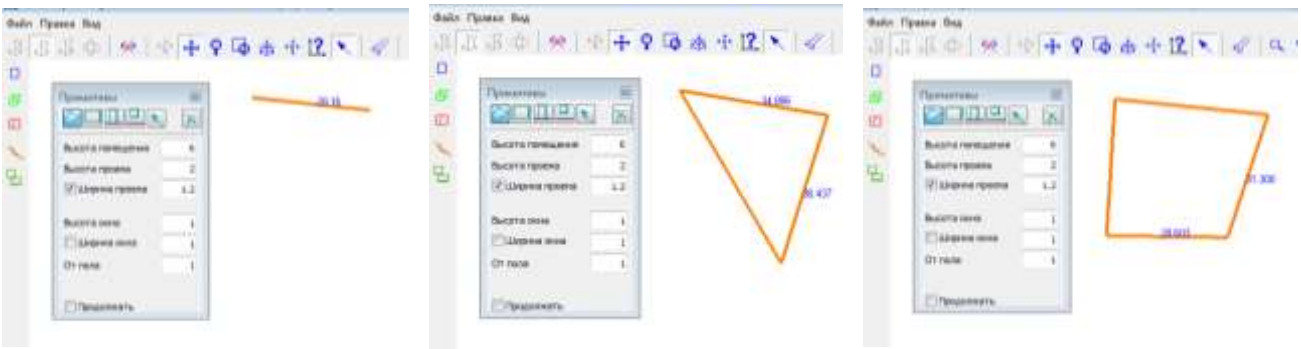
а) б)

Рисунок 4.22 – Вид элемента каркаса в проекции XY (а), вид элемента каркаса в трехмерном режиме (б)

4.4.4. Построение каркаса в интерактивном режиме из произвольных шестигранников, в основании которых произвольный четырехугольник

Для построения каркаса *этажа* с помощью произвольных шестигранников в интерактивном режиме необходимо:

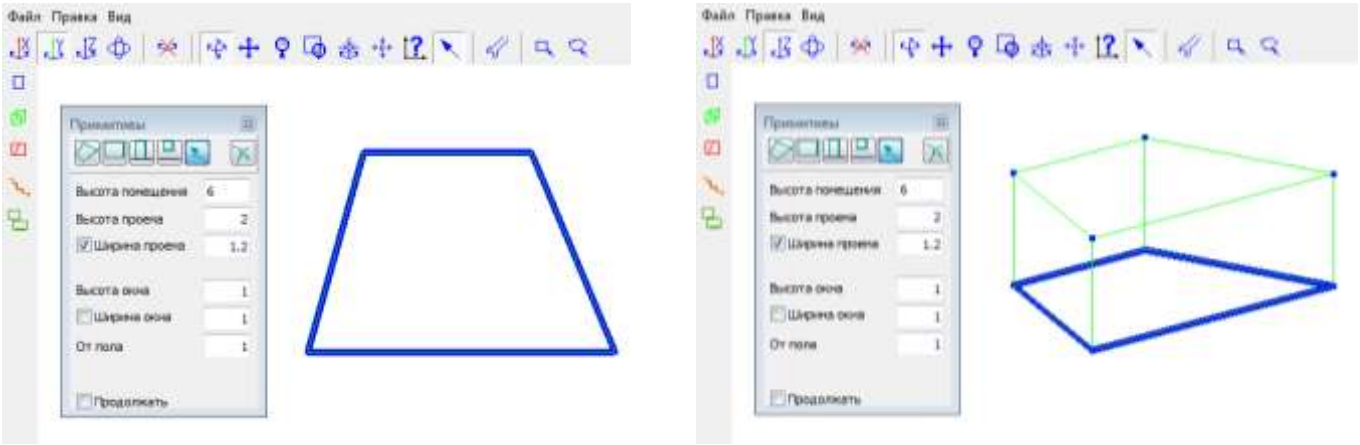
- установить проекцию YX, Рисунок 4.6 к);
- запретить вращение, Рисунок 4.6 в);
- выделить (или создать) этаж в списке «Здание» (см. п. 4.4.2.2);
- указать точку привязки этажа (части этажа) к системе координат в инспекторе свойств этажа (особо важно обращать внимание на третью координату Z – она соответствует отметке пола этажа);
- обозначить высоту помещения, [м], в опции «Высота помещения»;
- активировать опцию «Определять в здании»;
- активировать опцию «Скрыть блоки в здании»;
- нажать кнопку 1 «Четырехугольник», Рисунок 4.11;
- выполнить построение объемов каркаса (технология интерактивного построения реализована в «четыре клика» – последовательным нажатием мыши (при нажатой левой клавише) в рабочем поле обозначаются четыре вершины основания (между «кликами» мыши левая клавиша должна быть отжата!). При этом при построении фигуры вдоль ребер обозначается длина двух последних ребер).



а) б) в)

Рисунок 4.23 – Построение каркаса из произвольных шестигранников с произвольным четырехугольником в основании:

а) первые две вершины, б) три вершины; в) четыре вершины



а) б)

Рисунок 4.24 – Вид элемента каркаса в проекции XY (а),
вид элемента каркаса в трехмерном режиме (б)

Основания построенных элементов будут подсвечиваться голубым цветом, Рисунок 4.24, управлять отображением подсветки можно через пункт меню «Вид», Рисунок 4.4.

Важно! Во время построения каркаса этажа здания следить за тем, чтобы текущий этаж был выделен в списке «Здание» в окне «Здание», информация об этом отображается в окне «Примитивы» красным цветом в первой строке, Рисунок 4.11.

4.4.5. Построение каркаса в интерактивном режиме из произвольных шестигранников, в основании которых произвольный четырехугольник, с использованием подложки

Для построения каркаса *этажа* здания с помощью произвольных шестигранников в интерактивном режиме необходимо:

- установить проекцию YX, Рисунок 4.6 к);
- запретить вращение, Рисунок 4.6 в);
- выделить (или создать) этаж в списке «Здание» (см. п. 4.4.2.2);

- указать точку привязки этажа (части этажа) к системе координат в инспекторе свойств этажа (особо важно обращать внимание на третью координату Z – она соответствует отметке пола этажа);

- подготовить рисунок (файл) с изображением подложки для этажа, как описано в п. 4.4.2.3;

- погрузить подложку, как описано в п. 4.4.2.4;

- при необходимости активировать сетку, как описано в п. 4.4.2.5;

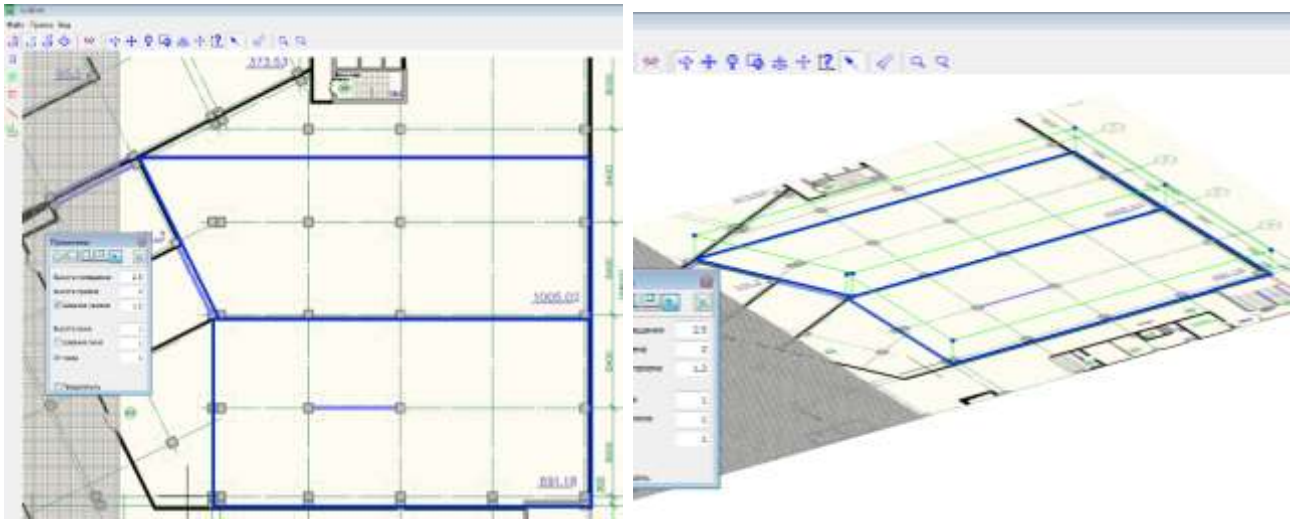
- обозначить высоту помещения, [м], в опции «Высота помещения»;

- активировать опцию «Определять в здании»;

- активировать опцию «Скрыть блоки в здании»;

- нажать кнопку 1 «Четырехугольник», Рисунок 4.11;

- выполнить построение объемов каркаса (технология интерактивного построения реализована в «четыре клика» – последовательным нажатием мыши (при нажатой левой клавише) в рабочем поле обозначаются четыре вершины основания (между «кликами» мыши левая клавиша должна быть отжата!). При этом при построении фигуры вдоль ребер обозначается длина предыдущего построенного ребра и текущего.



а) б)

Рисунок 4.25 – Вид каркаса в проекции XY (а),
вид каркаса в трехмерном режиме (б)

Основания построенных элементов будут подсвечиваться голубым цветом, Рисунок 4.25, управлять отображением подсветки можно через пункт меню «Вид», Рисунок 4.4.

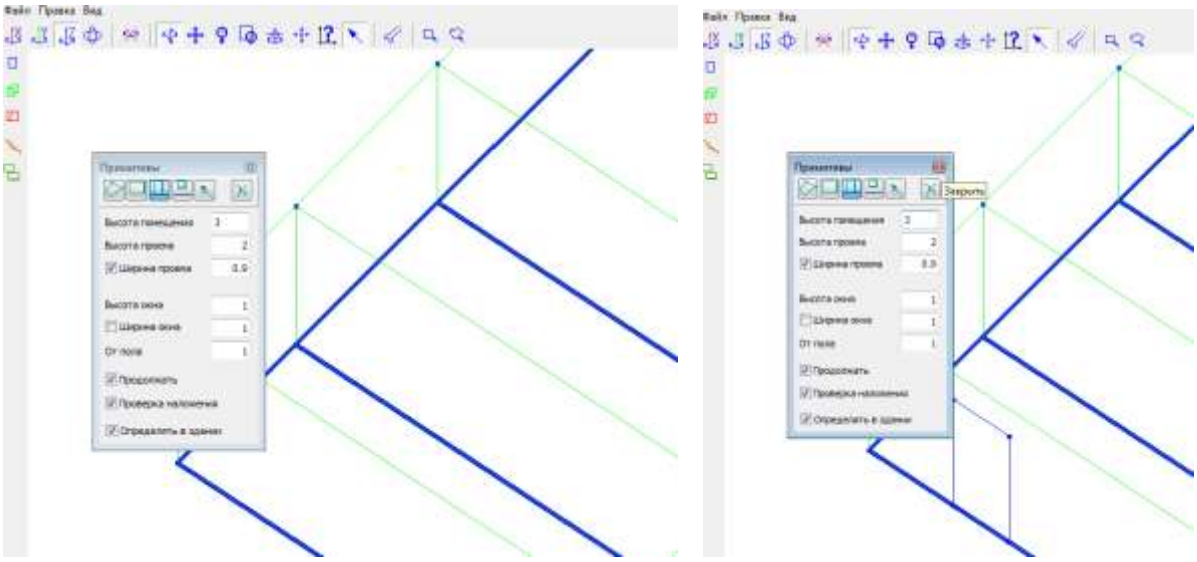
Важно! Во время построения каркаса этажа здания следить за тем, чтобы текущий этаж был выделен в списке «Здание» в окне «Здание», информация об этом отображается в окне «Примитивы» красным цветом в первой строке, Рисунок 4.11.

4.4.6. Построение проемов и окон в интерактивном режиме

Для построения **<u>проема</u>** на *этаже* здания в интерактивном режиме необходимо:

- установить трехмерный режим, Рисунок 4.6 а;
- разрешить вращение (отменой запрета вращения – отжать соответствующую кнопку, Рисунок 4.6 в);
- выделить этаж в списке «Здание» (см. п. 4.4.2.2): проемы будут автоматически занесены в список элементов выделенного этажа в «Здании» при активной опции «Определять в здание»; значение координаты Z, указанной в точке привязки этажа, будет нижней координатой точки привязки проема;
- активировать инструмент «Проем», кнопка 3 Рисунок 4.11;
- задать высоту проема, [м], в опции «Высота проема»;
- если необходимо заранее зафиксировать ширину проема, нужно активировать поле «Ширина проема» (поставить галку), ввести значение в метрах (если опция неактивна, то ширина проема будет соответствовать определенной в процессе построения);
- выполнить построение проема (технология построения проема реализована в «три клика»: (1) нажатием мыши (при нажатой левой клавише) на нижнем ребре вертикальной грани нужного примитива обозначается первая вершина основания проема; (2) двигается мышка при отжатой левой клавише на нужное расстояние и

(3) двойным быстрым нажатием мыши обозначается вторая вершина основания проема, фигура проема достраивается автоматически.



а) б)

Рисунок 4.26 – Построение проема в трехмерном режиме:

а) задание ширины проема в окне «Примитивы», б) готовый проем

Корректность «прилипания» проема к грани определяется по окрашиванию в зеленый цвет ребра, вдоль которого строится проем, Рисунок 4.26 а). При построении фигуры вдоль ребра обозначается текущая ширина проема. Если ширина не была фиксирована в окне «Примитивы», проем будет иметь эту ширину. Если ширина фиксирована, то независимо от нее, проем будет заданной ширины, Рисунок 4.26 б).

Построенные проемы заносятся в здание, если активирована опция «Определять в здание» на выделенном этаже (проему присваивается тип=0 по умолчанию, при необходимости его можно изменить см Таблица 4.4, п.4.6.10).

Для построения **<u>окна</u>** на *этаже* здания в интерактивном режиме необходимо:

- установить трехмерный режим, Рисунок 4.6 а);

- разрешить вращение (отменой запрета вращения – отжать соответствующую кнопку, Рисунок 4.6 в);

- выделить этаж в списке «Здание» (см. п. 4.4.2.2);

- активировать инструмент «Окно», кнопка 4 Рисунок 4.11;

- задать высоту окна, [м], в опции «Высота окна»;

- если необходимо, заранее зафиксировать ширину окна, поставить галку рядом с полем «Ширина окна», ввести значение в метрах (если опция неактивна, то ширина окна будет соответствовать определенной в процессе построения);

- задать высоту расположения нижней точки окна относительно пола, [м], в поле «От пола»;

- выполнить построение окна (технология построения окна реализована в «три клика»: (1) нажатием левой клавиши мыши на нижнем ребре вертикальной грани нужного примитива обозначается первая вершина основания окна; (2) двигается мышка при отжатой левой клавише на нужное расстояние и (3) быстрым двойным нажатием мыши обозначается вторая вершина основания окна, фигура окна достраивается автоматически.

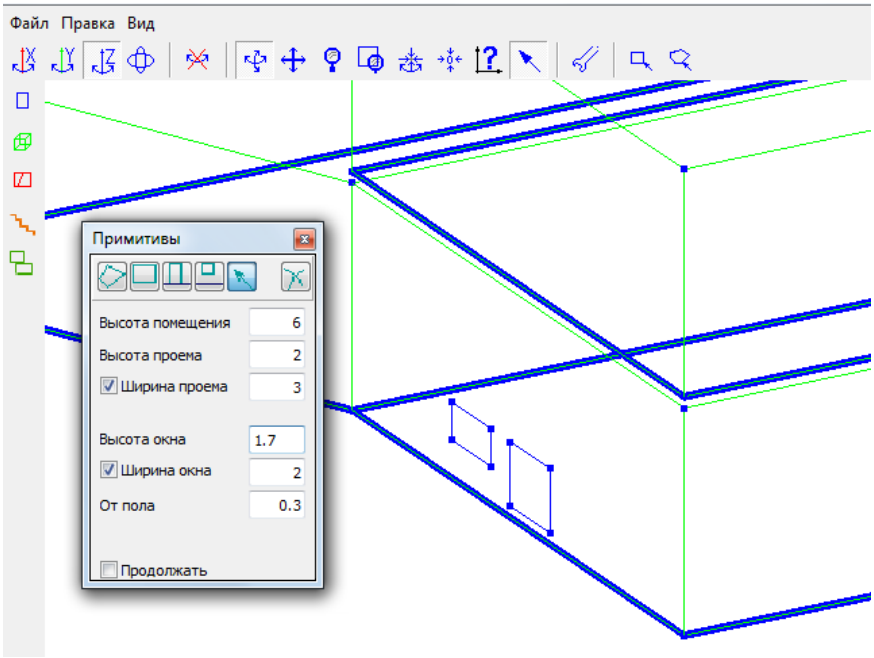


Рисунок 4.27 – Построение окна в трехмерном режиме: готовые окна, построенные на разной высоте от пола

Корректность «прилипания» окна к грани определяется аналогично проему, по окрашиванию в зеленый цвет ребра, вдоль которого строится окно, Рисунок 4.26 а).

При этом при построении фигуры вдоль ребра обозначается текущая ширина окна. Если ширина не была фиксирована в окне «Примитивы», окно будет иметь эту ширину, если ширина фиксирована, то окно построится заданной ширины.

ВАЖНО! Построенные проемы появляются не только в каркасе, но и в геометрии здания на выбранном этаже, если активирована опция «Определять в здание» (Рисунок 4.26). По умолчанию окнам присвоится тип=1.

4.4.7. Построение лестниц в интерактивном режиме

По умолчанию на основе каркаса построенной лестницы строится геометрия лестницы (то есть лестница разбирается на отдельные элементы: марши, площадки, проемы их соединяющие), и добавляется в список «Здание» в окне «Здание» со всеми своими элементами. Элемент «Лестница» имеет тот же уровень вложения в список «Здание», что и этажи.

Важно! Лестнице и элементам лестницы будут присвоены типы по умолчанию:

лестница – тип = 0;

марш – тип = 0;

площадка – тип = 0;

проем – тип = 2.

Что означают эти типы, см. в Таблице 4.4. Как задавать иные свойства лестницы и ее элементов, см. в разделе 4.6.4.3.

Если лестничная клетка строится вдоль уже существующих граней каркаса, то все такие грани должны быть выровнены по вертикали. Корректность «прилипания» лестничной клетки к грани определяется аналогично проему - по окрашиванию в зеленый цвет ребра, вдоль которого строится основание лестничной клетки (ЛК), Рисунок 4.29 а). При этом при построении фигуры вдоль ребра обозначается длина лестничной клетки.

По умолчанию лестница строится так, что марш «сверху» приходит на лестничную площадку на этаже вдоль стены лестничной клетки, заданной первой и второй вершинами при построении ЛК, Рисунок 4.29 в), Рисунок 4.29 д). Если нужен другой порядок маршей, тогда перед построением лестницы нужно нажать кнопку «Отразить» в окне «Лестница».

4.4.7.1. Произвольная в плане геометрия лестничной клетки (только в полной версии)

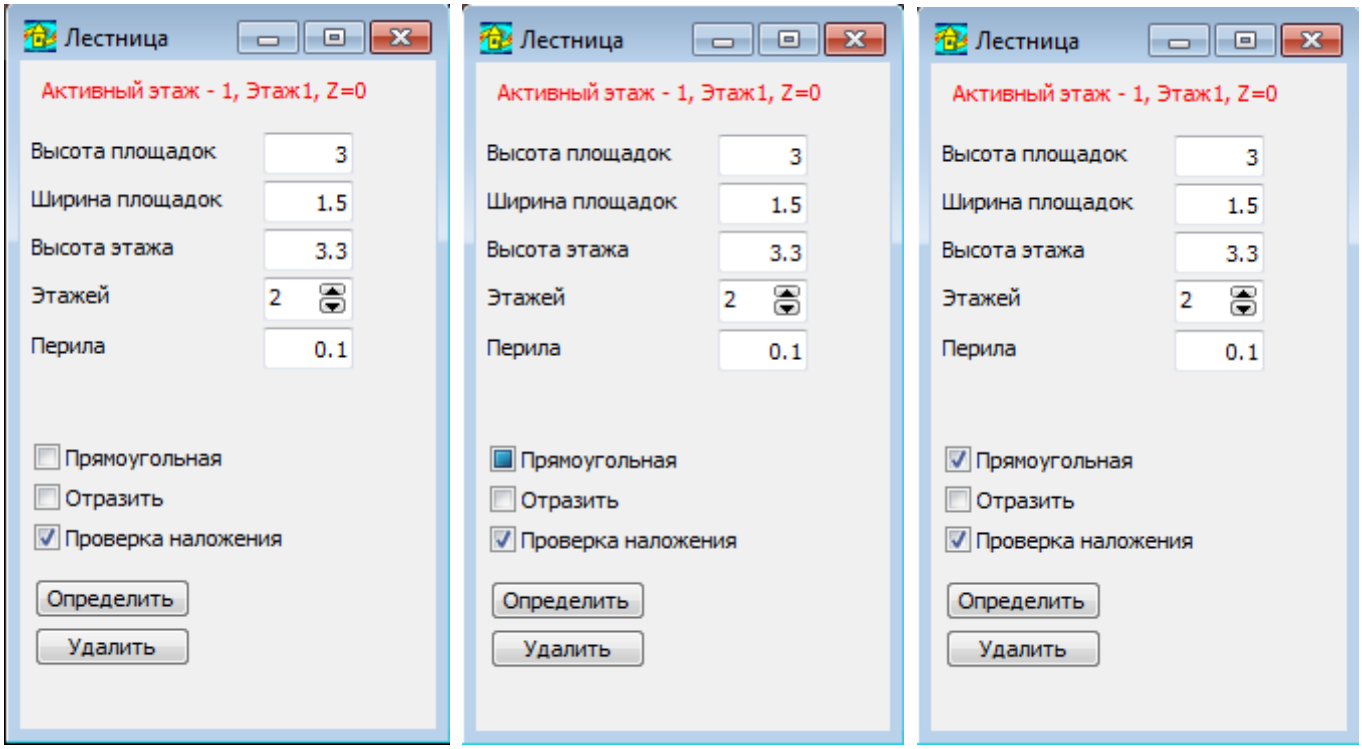
Для построения лестницы, вписанной в произвольной формы в плане четырехугольник лестничной клетки, в интерактивном режиме необходимо:

- установить проекцию YX, Рисунок 4.6 к);
- запретить вращение, Рисунок 4.6 в);
- выделить (создать) этаж в списке «Здание», уровень отметки пола которого (координата Z точки привязки этажа) будет совпадать с уровнем самой нижней площадки лестницы (см. п. 4.4.2.2);
- открыть окно «Лестница», кнопка 4 Рисунок 4.8;
- задать высоту площадок, [м], в поле «Высота площадок» (соответствует расстоянию в свету между отметками пола и потолка этажа и лестничной площадки), Рисунок 4.30 д);
- задать ширину площадок, [м], в поле «Ширина площадок» (расстояние между торцом марша и противоположной стеной), Рисунок 4.28, Рисунок 4.30 д);
- задать высоту этажа, [м], в поле «Высота этажа» (соответствует расстоянию в свету между отметкой пола одного этажа и отметкой пола соседнего этажа, т.е. высоте этажа плюс толщина перекрытия, что есть разница между координатами Z точек привязки соседних этажей), Рисунок 4.28а);
- указать количество этажей, на которые следует «распространить» лестницу;
- указать ширину перил, [м], если предполагается, что перила заужают эффективную ширину маршей в геометрии здания, марши будут заужены на эту величину относительно каркаса (каркас маршей построится без заужения);

- активировать опцию «Отразить», если требуется поменять местами марши, прилегающие к одной площадке (по умолчанию лестница строится так, что марш «сверху» приходит на лестничную площадку на этаже вдоль стены лестничной клетки, заданной первой и второй вершинами при построении ЛК, Рисунок 4.29 в, Рисунок 4.29 д;

- активировать опцию «Проверка наложения» для проверки отсутствия пересечения (наложения) лестницы с уже построенными блоками каркаса;

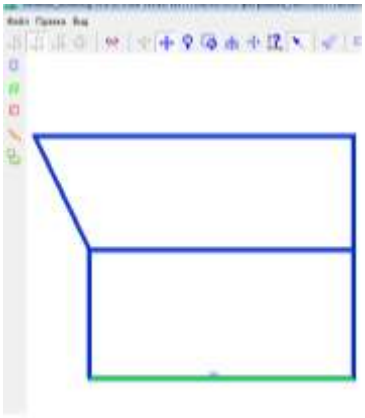
- нажать кнопку «Определить» и приступить к построению лестницы /.(технология интерактивного построения лестницы произвольной в плане геометрии реализована в «четыре клика»: последовательным нажатием левой клавиши мыши в рабочем поле обозначаются четыре вершины основания лестничной клетки (между «кликами» мыши левая клавиша должна быть отжата!). При этом при построении фигуры вдоль ребер обозначается длина предыдущего построенного ребра и текущего, Рисунок 4.29. После этого лестница построится автоматически).

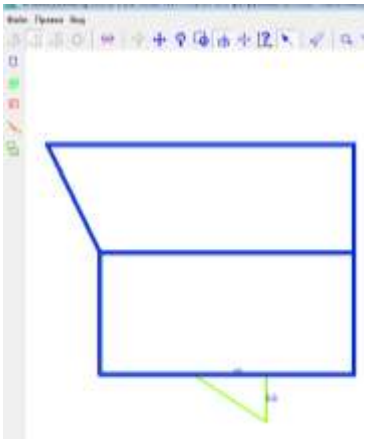


а) б) в)

Рисунок 4.28 – Окно «Лестница» для построения лестниц в интерактивном режиме, различные режимы построения прямоугольной лестницы:

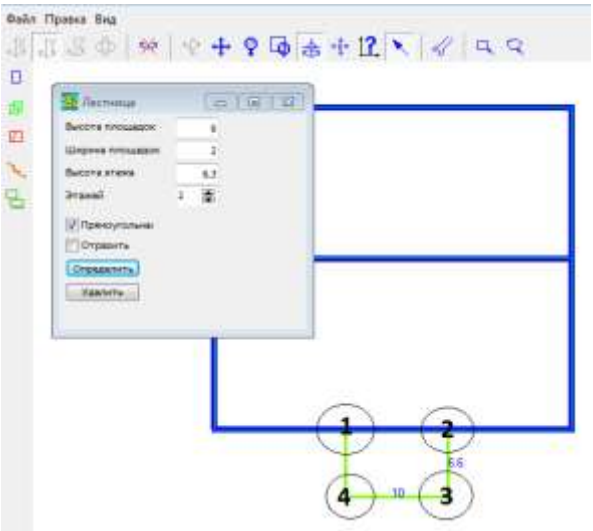
б) – вдоль оси X, в) – вдоль оси Y



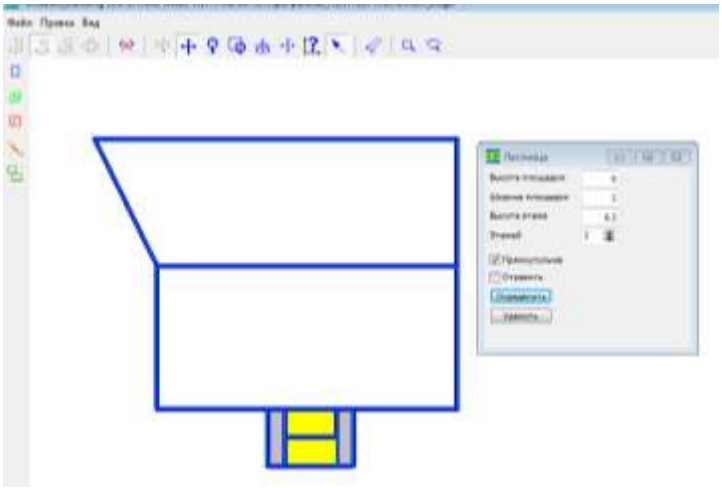


а) первые две вершины б) три вершины

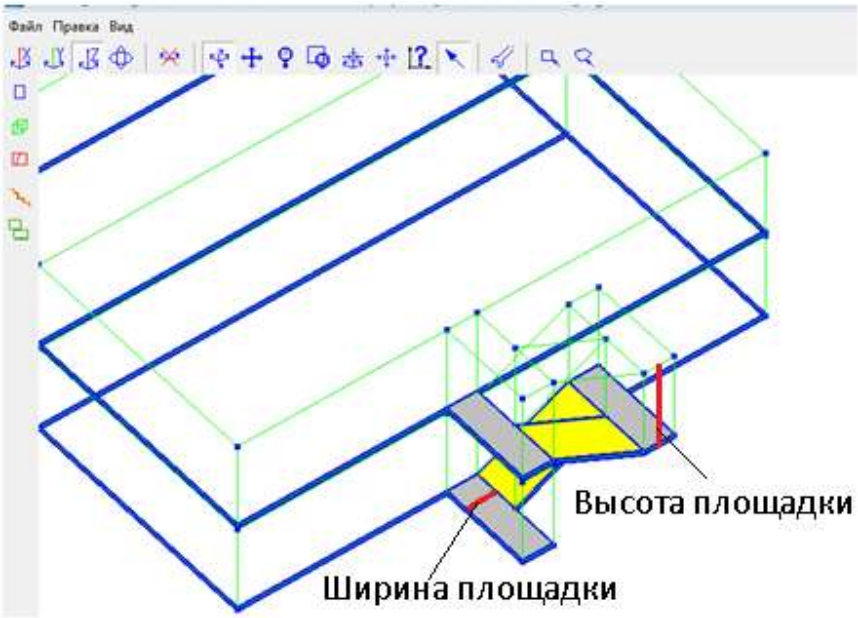
1250



в) четыре вершины



г) вид сверху построенной лестницы



д) вид каркаса лестницы в трехмерном режиме

Рисунок 4.29 – Интерактивное построение лестницы

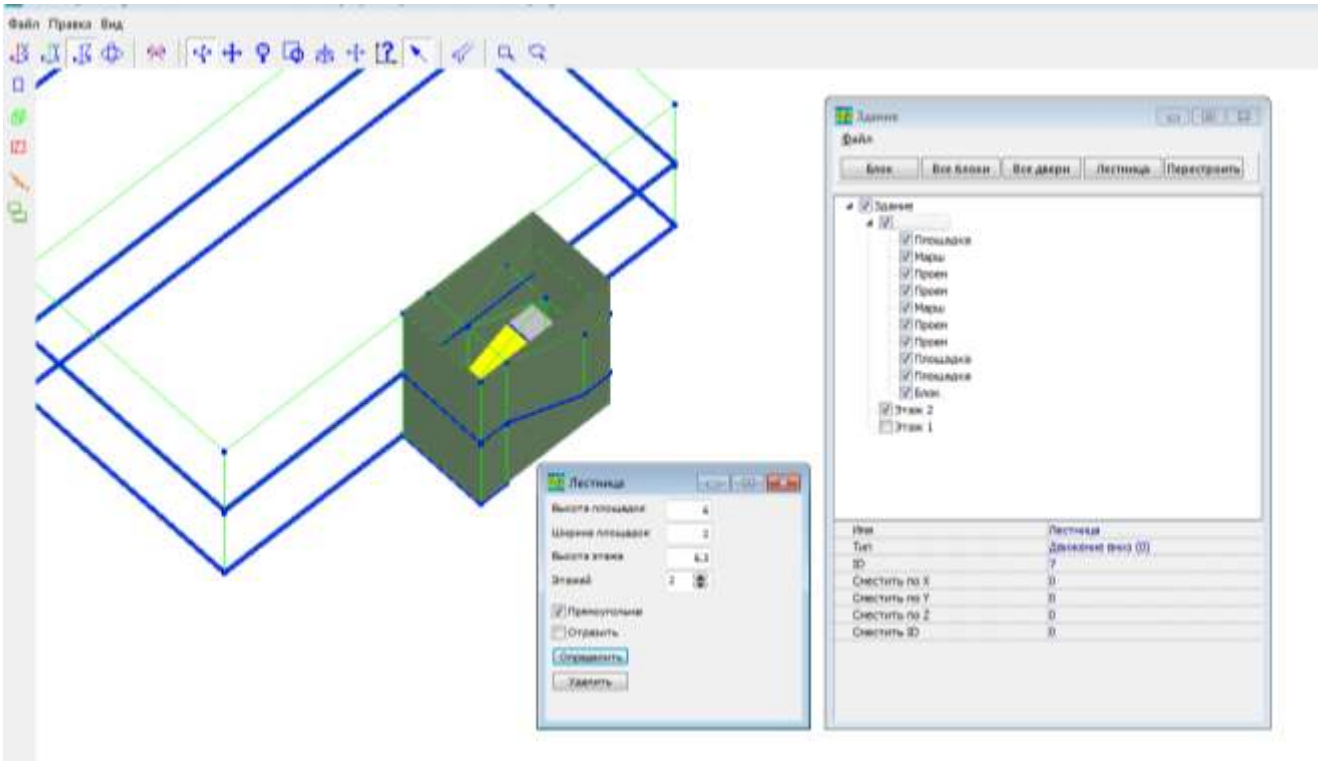


Рисунок 4.30 – Добавление лестницы в геометрию здания, список «Здание»

4.4.7.2. Прямоугольная в плане геометрия лестничной клетки

(В Академической версии это единственный вариант).

Для построения лестницы, вписанной в прямоугольную в плане лестничную клетку, в интерактивном режиме необходимо:

- установить проекцию YX, Рисунок 4.6 к);
- запретить вращение, Рисунок 4.6 в);
- выделить (создать) этаж в списке «Здание», уровень отметки пола которого (координата Z точки привязки этажа) будет совпадать с уровнем самой нижней площадки лестницы (см. п. 4.4.2.2);
- открыть окно «Лестница», кнопка 4 Рисунок 4.8;
- задать высоту площадок, [м], в поле «Высота площадок» (соответствует расстоянию в свету между отметками пола и потолка площадки, этажа), Рисунок 4.30 д);
- задать ширину площадок, [м], в поле «Ширина площадок» (расстояние между торцом марша и противоположной стеной), Рисунок 4.30 д);
- задать высоту этажа, [м], в поле «Высота этажа» (соответствует расстоянию в свету между отметкой пола одного этажа и отметкой пола соседнего этажа, т.е. высоте этажа плюс толщина перекрытия, что есть разница между координатами Z точек привязки соседних этажей), Рисунок 4.28;
- указать количество этажей, на которые следует «распространить» лестницу;
- указать ширину перил, [м], если предполагается, что перила заужают эффективную ширину маршей на лестнице для геометрии здания, марши будут заужены на эту величину относительно каркаса;
- активировать опцию «Прямоугольная», если требуется построить лестницу, состоящую из прямоугольных маршей и площадок (если окошко окрашено в голубой цвет, лестница вытянута вдоль оси X, если стоит «галка»Y – вдоль оси Y, Рисунок 4.28);
- активировать опцию «Отразить», если требуется поменять местами марши, прилегающие к одной площадке (По умолчанию лестница строится так, что марш «сверху» приходит на лестничную площадку на этаже вдоль стены лестничной

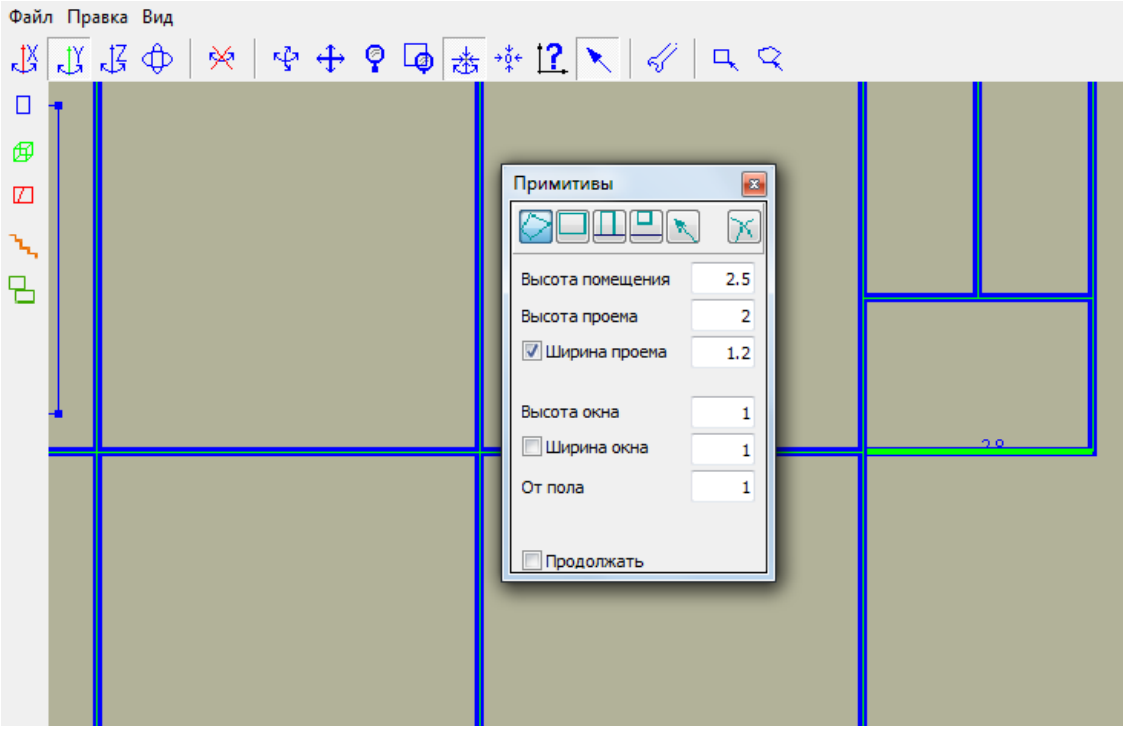
клетки, заданной первой и второй вершинами при построении ЛК, Рисунок 4.29 в), Рисунок 4.29 д);

- активировать опцию «Проверка наложения» для проверки отсутствия пересечения (наложения) лестницы с уже построенными блоками каркаса;

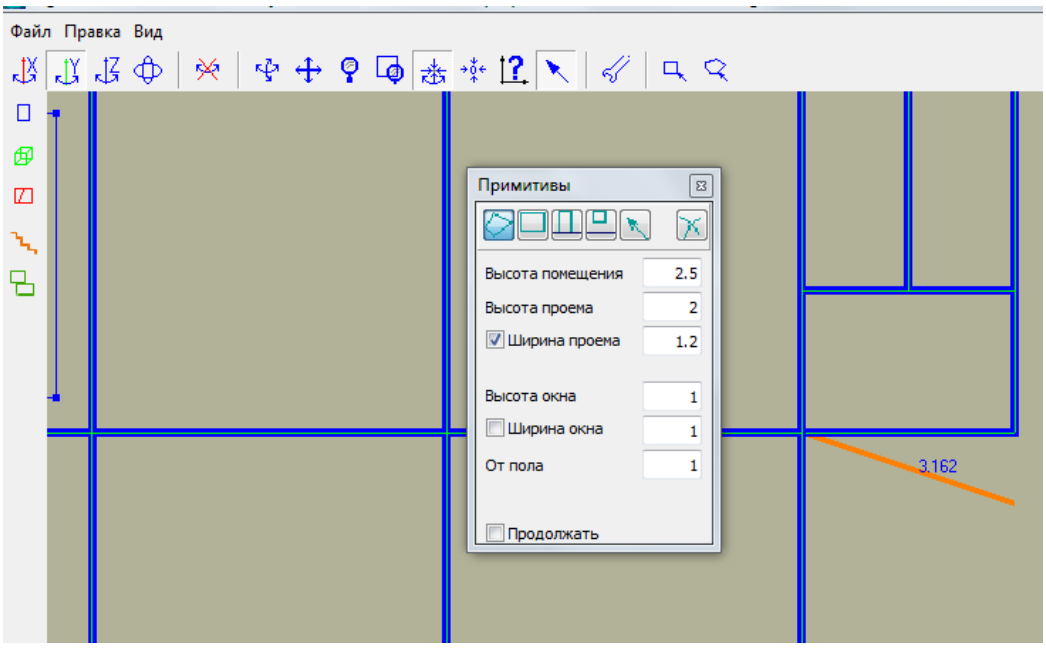
- нажать кнопку «Определить» и приступить к построению лестницы (лестница строится в «два клика»: первым нажатием мыши (при нажатой левой клавише) в рабочее поле обозначается одна вершина основания, вторым нажатием обозначается вершина по диагонали (между «кликами» мыши левая клавиша должна быть отжата!). При этом при построении вдоль ребер основания лестничной клетки обозначается длина соответствующих ребер).

4.4.8. Общие принципы работы в интерактивном построителе здания

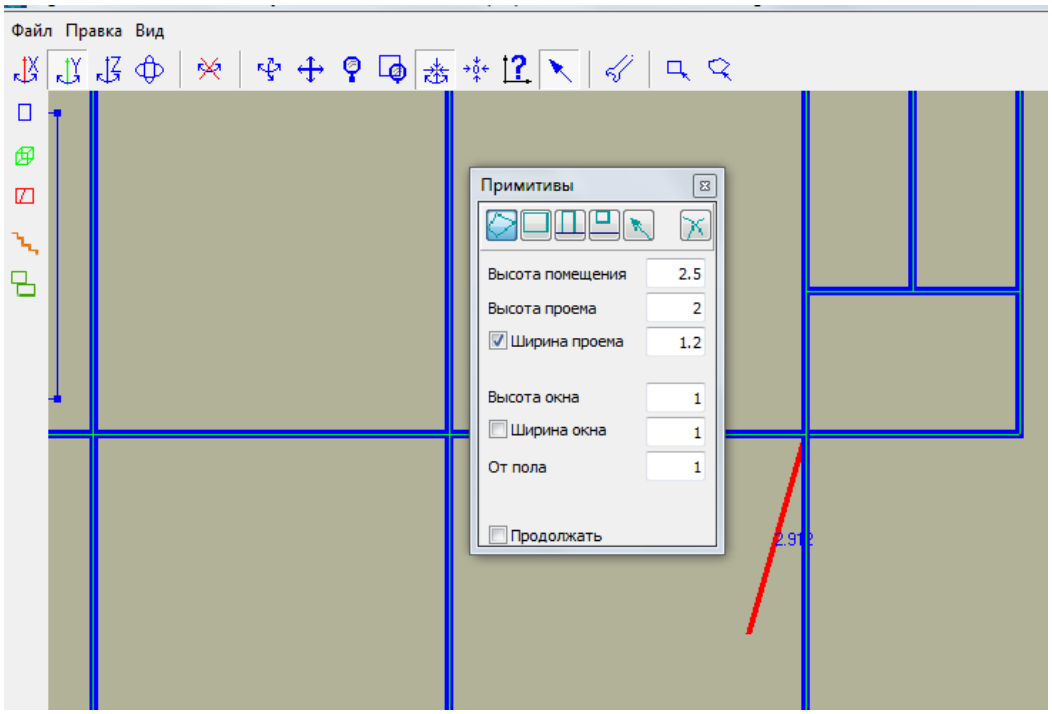
Для корректного построения каркаса здания реализован автоматизированный контроль за построением новых элементов, Рисунок 4.31.



а) совпадение ребра нового примитива с существующим каркасом (ребро выделяется зеленым цветом)



б) построение ребра нового примитива в свободном пространстве (ребро выделяется оранжевым цветом)



в) запрещенная ситуация – пересечение с существующим каркасом (ребро выделяется красным цветом)

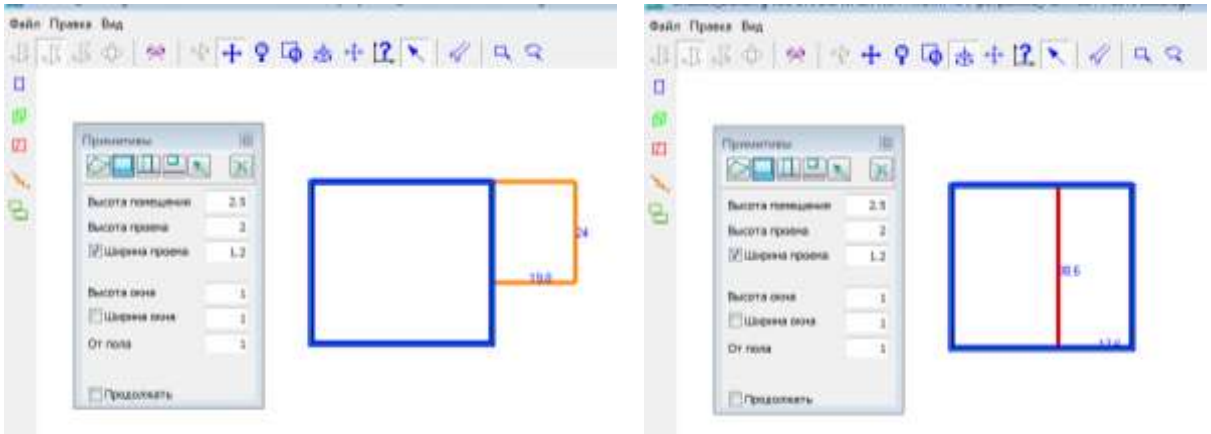
Рисунок 4.31 – Контроль за корректностью встраивания нового примитива в существующий каркас

Ребро нового примитива окрашивается в *зеленый* цвет, если совпадает с ребром основания существующего элемента каркаса.

Ребро нового примитива окрашивается в *оранжевый* цвет, если строится в свободном пространстве.

Ребро нового примитива окрашивается в *красный* цвет, если выполняется недопустимое построение – новый примитив пересекает элемент существующего каркаса, действие будет автоматически отменено (примитив не будет построен). Это происходит при активной опции «Проверка наложения», Рисунок 4.10, Рисунок 4.11.

При построении прямоугольных примитивов, *оранжевым* или *красным* цветом соответственно окрашивается вся новая фигура, Рисунок 4.32.



а) допустимая операция б) недопустимая операция

Рисунок 4.32 – Контроль за корректностью добавления нового объемного примитива к существующему каркасу

4.4.9. Возможные ОШИБКИ при создании каркаса

В процессе построения каркаса в интерактивном режиме с помощью блоков с прямоугольным основанием возможны ситуации, когда создаются блоки имеющие объем, равный нулю. Эти ситуации реализуются следующими способами:

- совпадают вертикальные противоположные грани (блок получается плоским не имеющим ширины), Рисунок 4.33 ситуация 1;

- совпадают все четыре вершины основания и верхней грани (в этом случае блок вырождается в ребро с двумя вершинами), Рисунок 4.33 ситуация 2.

При наличии таких блоков после выполнения процедуры «Поиск блоков», п. 4.5.7, и открытии проекта, п. 3.2.2, выпадает ошибка, Рисунок 4.33.

Такие блоки необходимо удалить из каркаса. Это можно сделать способом указанным в сообщении, или по очереди выделяя каждый в каркасе, п. 4.4.10.2, и удаляя, п. 4.4.10.6.

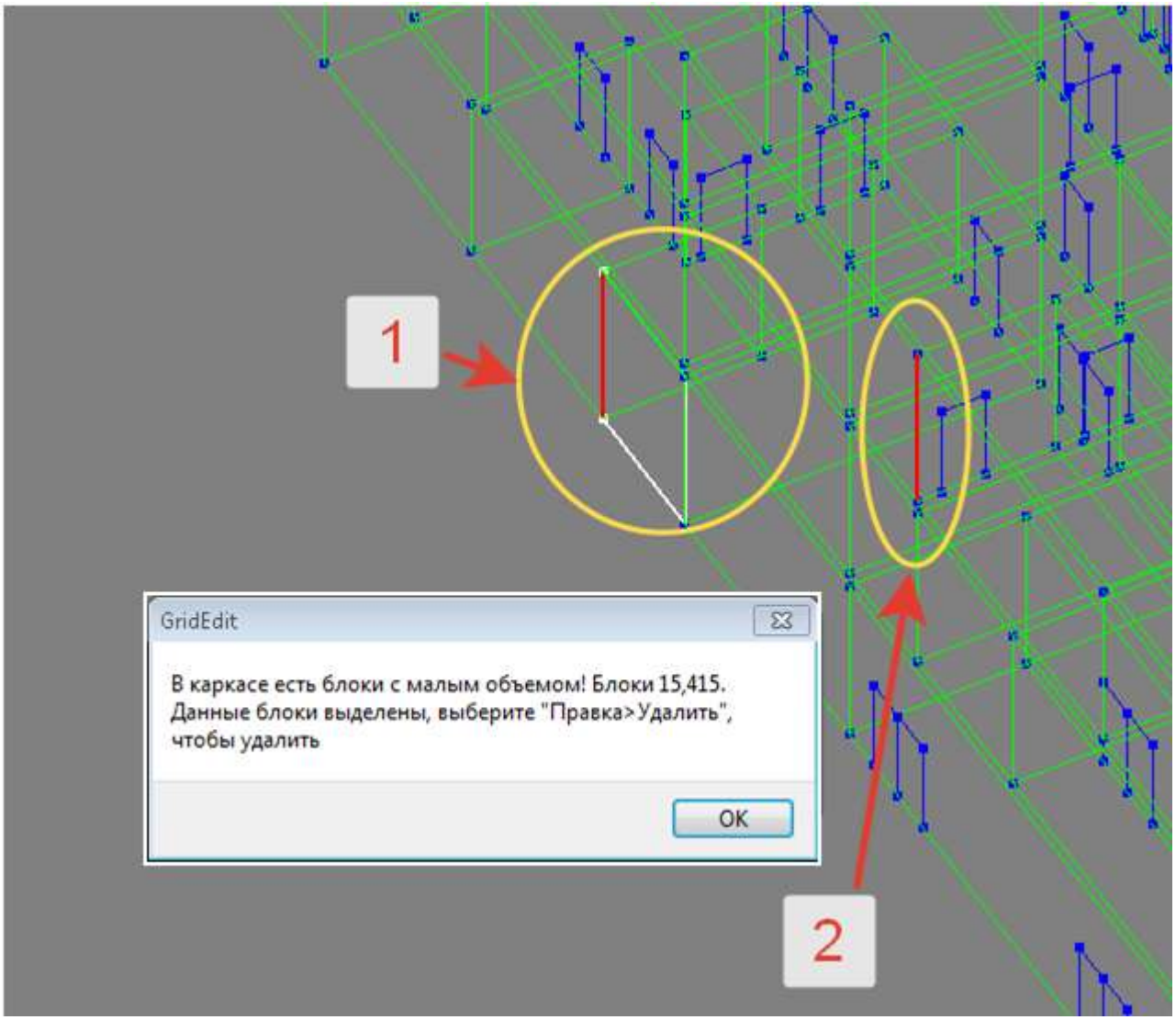


Рисунок 4.33 – Вид блоков каркаса, имеющих нулевой объем, и соответствующее сообщение

4.4.10. Способы выделения, трансформации и удаления элементов каркаса

Предусмотрено несколько способов трансформации уже построенных элементов каркаса: инструмент «Трансформация», непосредственное изменение координат вершин в окне «Свойства», длин ребер в окне «Свойства», интерактивный.

ВАЖНО! Если трансформируются элементы каркаса, которым соответствуют элементы в геометрии здания, окно «Здание», и эти изменения каркаса существенны для геометрии здания, тогда следует переопределить эти элементы в геометрии здания по измененным элементам каркаса, п. 4.6.9, п. 4.6.10 (автоматически переопределение не происходит).

Операции трансформации и удаления применяются только к выделенным элементам каркаса. Существует несколько способов выделения элементов каркаса, они описаны ниже.

4.4.10.2. Способы выделения элементов каркаса

Выделение *вершины* блока каркаса выполняется однократным нажатием мышью на вершину при нажатой левой клавише. Признаком выделения вершины является окрашивание вершины в белый цвет, Рисунок 4.34. Аналогично выделяется вершина плоской фигуры (проема).

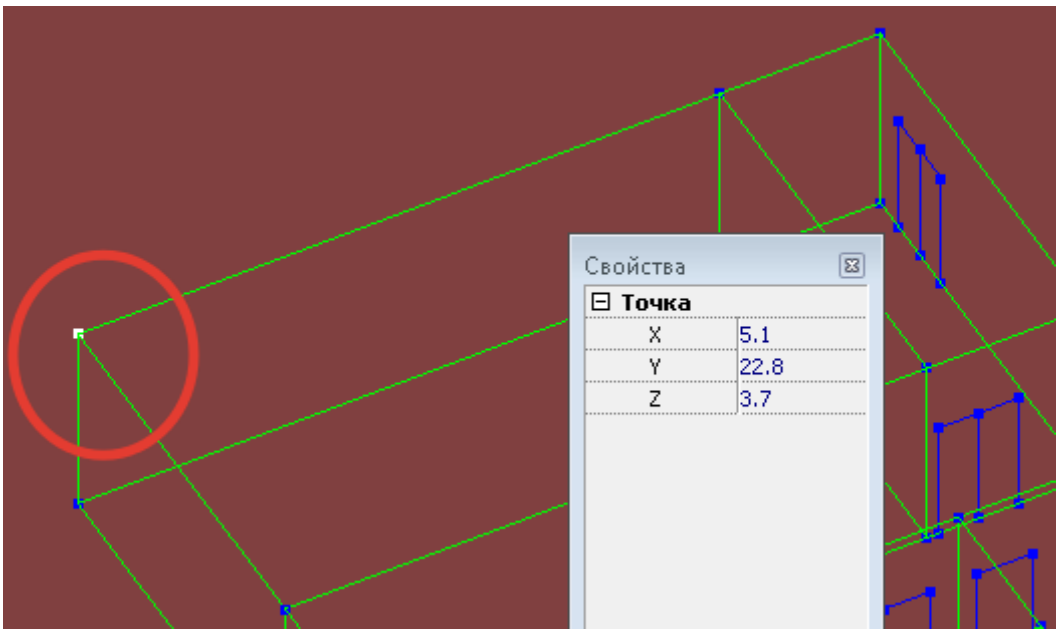


Рисунок 4.34 – Выделение вершины блока

Выделение *ребра* блока каркаса выполняется однократным нажатием мышью на ребро при нажатой левой клавише, при выделении ребро окрашивается в белый цвет, Рисунок 4.35. Аналогично выделяется ребро плоской фигуры (проема).

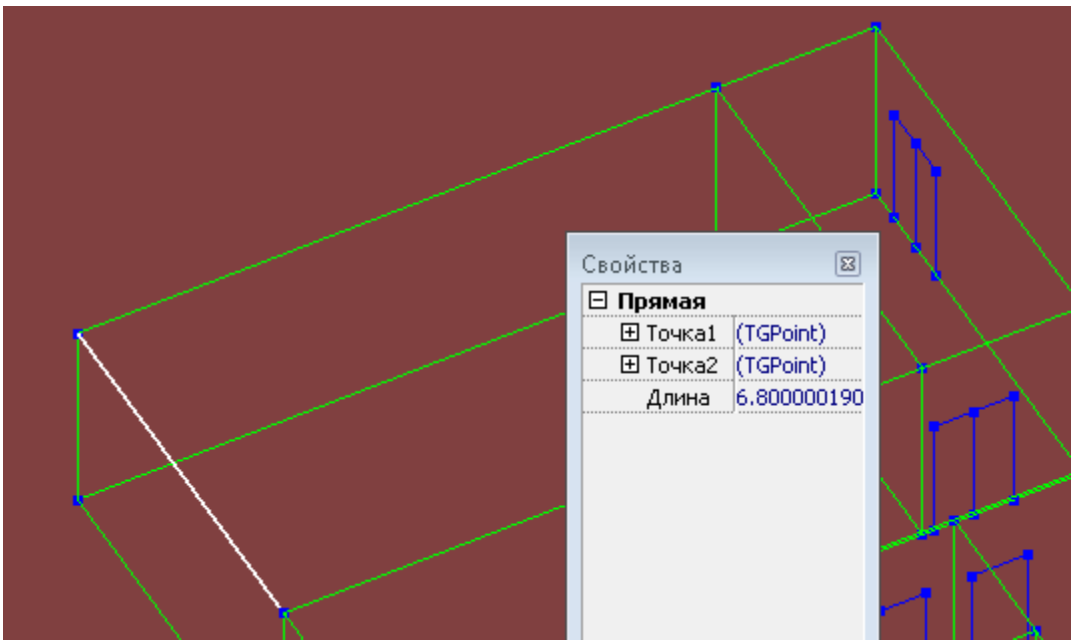


Рисунок 4.35 – Выделение ребра блока

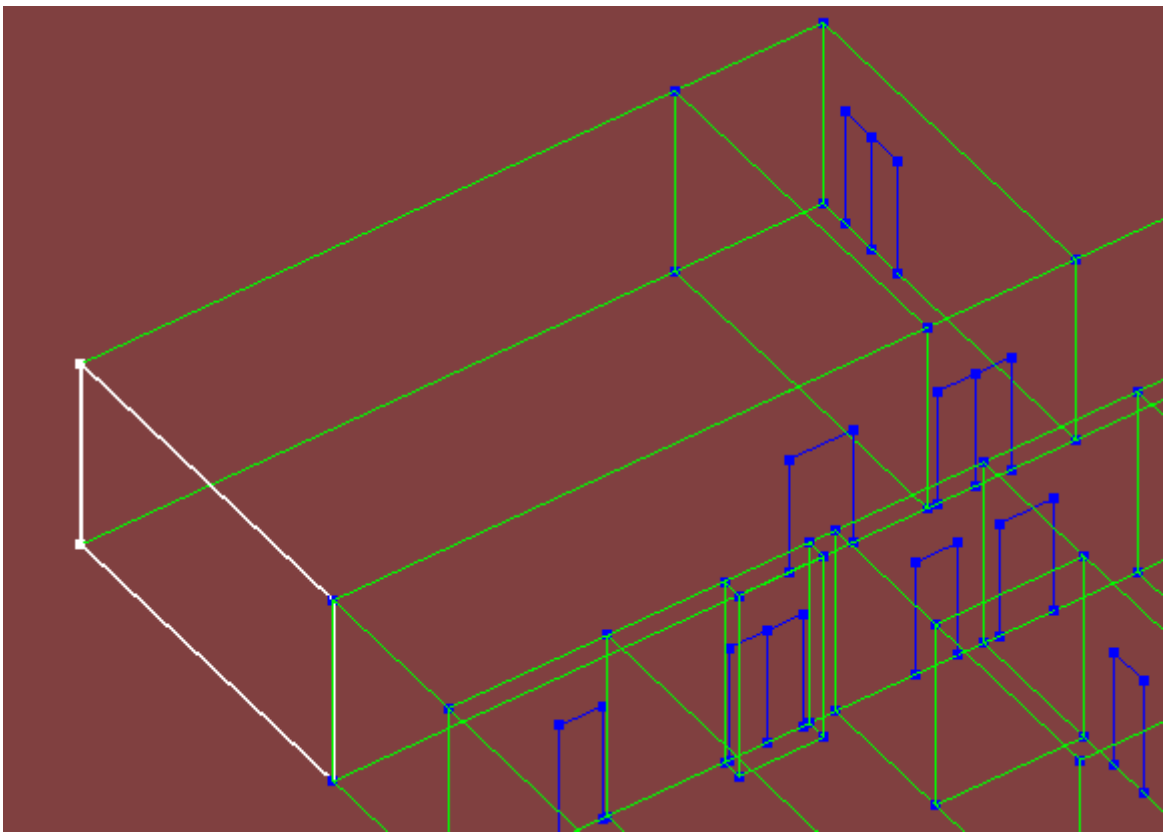
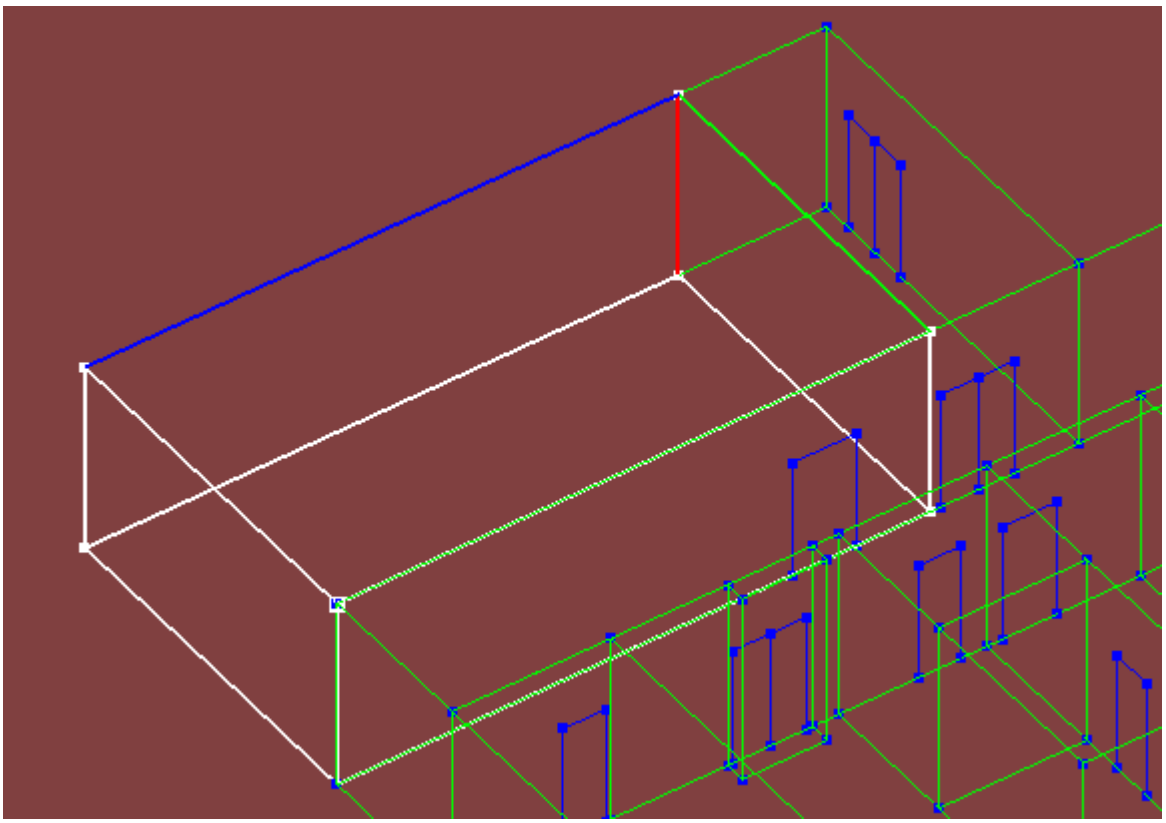


Рисунок 4.36 – Выделение грани блока



1390

Рисунок 4.37 – Выделение блока

Выделение *грани* блока каркаса выполняется двукратным нажатием мышью на ребро грани при нажатой левой клавише, Рисунок 4.36. Последовательно выделятся все грани блока, содержащие данное ребро. Выделенная грань окрашивается в белый цвет.

Выделение *блока* каркаса выполняется двукратным нажатием мышью на вершину блока при нажатой левой клавише, Рисунок 4.37. Последовательно выделятся все блоки, содержащие данную вершину. Блок выделен, если три его грани окрашиваются в синий, зленный, красный цвета, остальные – в белый.

Выделение *проема (плоской фигуры)* выполняется двукратным нажатием мышью на вершину проема при нажатой левой клавише, Рисунок 4.38. Проем выделен, если он окрашен в белый цвет. Однократным нажатием на вершину проема можно выделить вершину, на ребро проема – ребро.

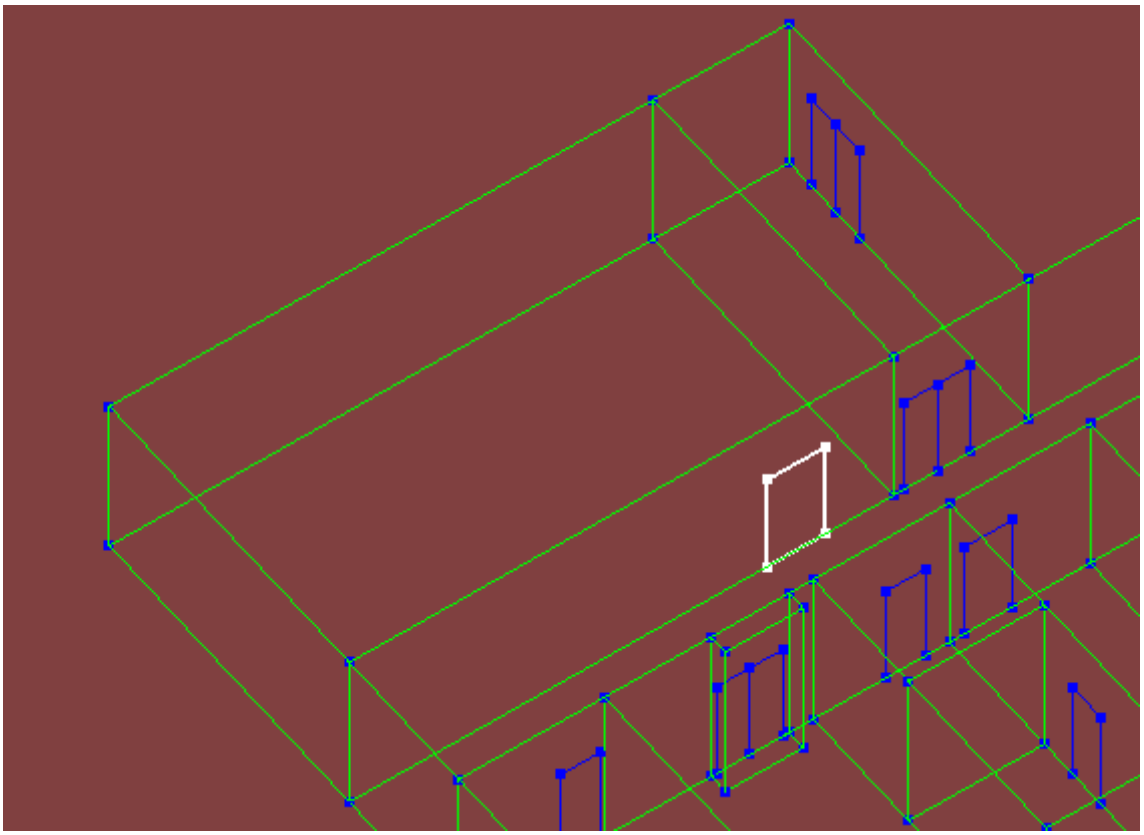
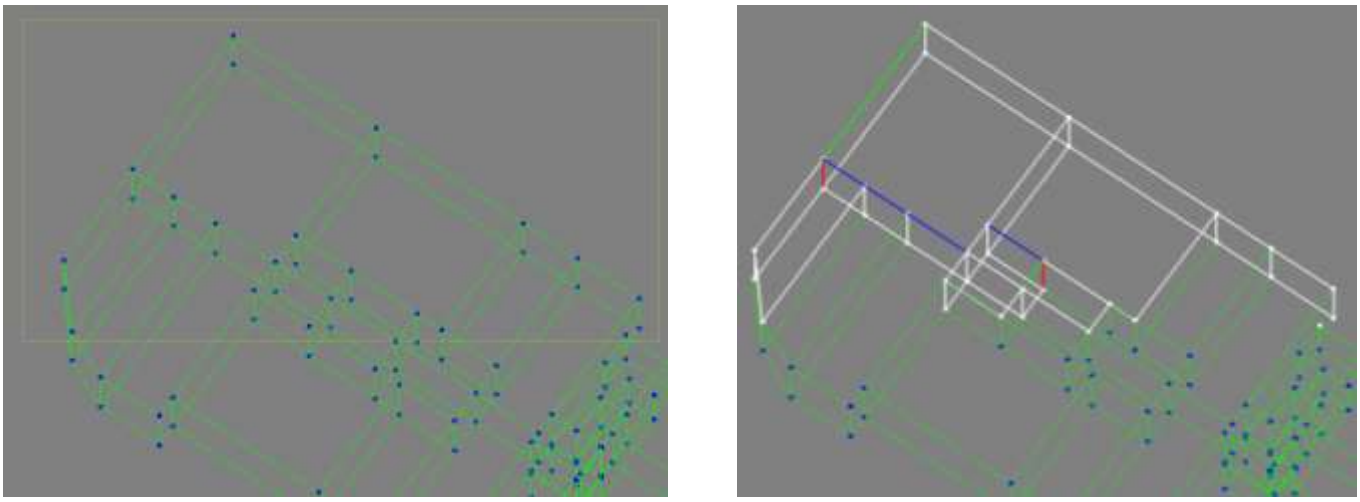


Рисунок 4.38 – Выделение проема

Выделение прямоугольной *рамкой* осуществляется с помощью активации кнопки «Выбор рамкой», Рисунок 4.39. Далее первое нажатие курсором мыши при

нажатой левой клавише в рабочее поле означает одну вершину рамки, второе – вершину рамки по диагонали (между кликами левая кнопка мыши должна быть отжата), Рисунок 4.40 а. Выделенными окажутся только те ребра и вершины, которые полностью попали в рамку, Рисунок 4.40 б. Если среди таких элементов имеются полностью образующие блок, то три ребра таких блоков будут окрашены в синий, зеленый и красный цвета, остальные – в белый.

Рисунок 4.39 – Кнопка «Выбор рамкой»



а) б)

Рисунок 4.40 – Выделение прямоугольной рамкой:

а) прямоугольная рамка, б) выделенные элементы каркаса попавшие в рамку

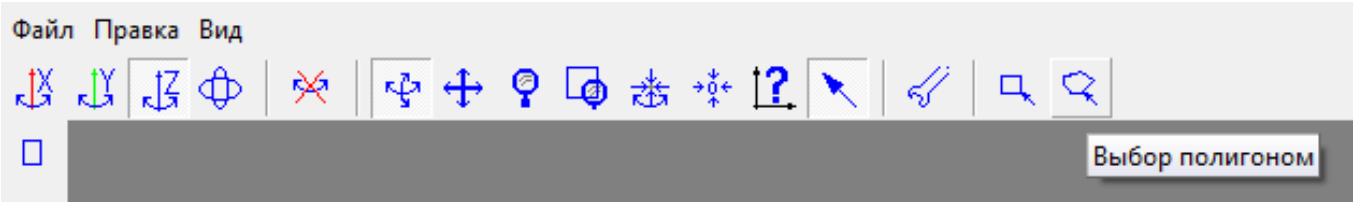
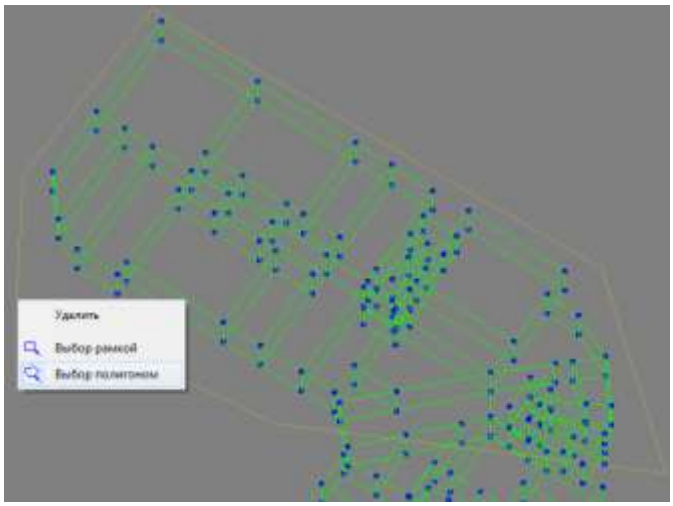
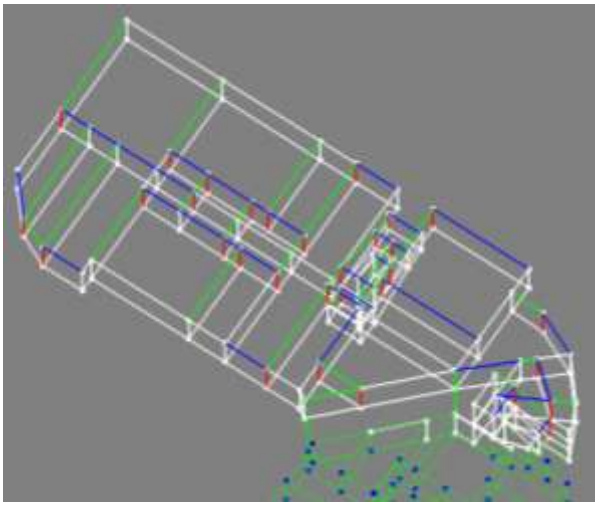


Рисунок 4.41 – Кнопка «Выбор полигоном»

Выделение произвольным *полигоном* осуществляется с помощью активации кнопки «Выбор полигоном», Рисунок 4.41. Далее последовательным нажатием мыши при нажатой левой клавише задается выделяемая область в рабочем окне (между кликами мыши левая кнопка отжата). Для окончания выделения нажимается правая кнопка мыши, которая предлагает осуществить выбор рамкой или созданным полигоном, нужно выбрать «Выбор полигоном», Рисунок 4.42 а.

Выделенными окажутся только те ребра и вершины, которые полностью попали в рамку, Рисунок 4.42 б. Если среди таких элементов имеются полностью образующие блок, то три ребра таких блоков будут окрашены в синий, зеленый и красный цвета, остальные – в белый.





а) б)

Рисунок 4.42 – Выделение полигоном:

а) полигон, б) выделенные элементы каркаса попавшие в полигон

Выделение *блоками* через список «Блоки» инструмента «Сетка», см. п.4.5.8. в этом списке отображаются все блоки, из которых состоит каркас здания (этот список формируется с помощью инструмента «Поиск блоков» и содержит только корректные блоки, см. п. 4.5.7.2). Для работы с конкретным блоком необходимо выделить его номер нажатием левой кнопки мыши, для выбора нескольких блоков необходимо удерживать клавишу Ctrl (по одному) или Shift (группой - с первого

выбранного по текущий), все выделенные в списке блоки выделяются в каркасе в основном рабочем окне, Рисунок 4.43.

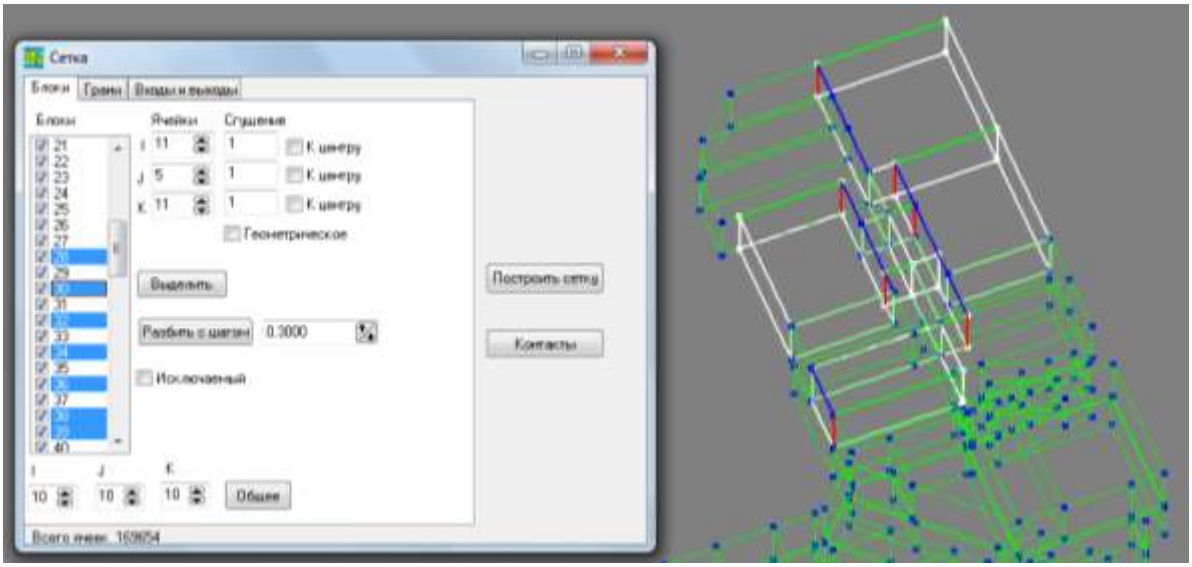


Рисунок 4.43 – Выделение блоков через инструмент «Сетка»

4.4.10.3. Инструмент «Трансформация»

Трансформация – инструмент, предназначенный для копирования, изменения и перемещения выделенных в рабочем окне элементов каркаса (1, Рисунок 4.14).

ВАЖНО! При использовании инструментов «Трансформации» автоматическая проверка наложения трансформированных элементов на другие не осуществляется, за этим должен следить пользователь.

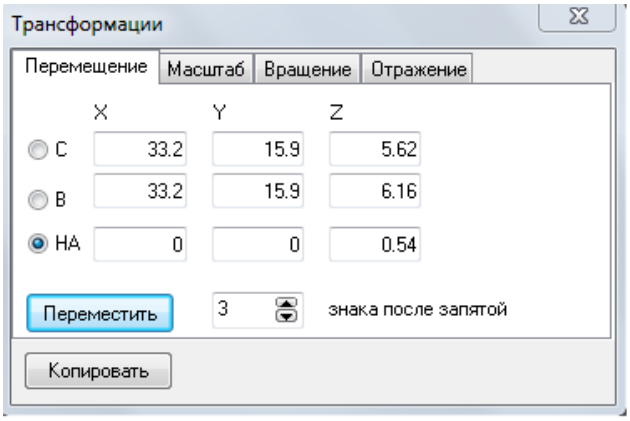
Инструмент «Трансформация» включает в себя возможность использования четырех операций с каркасом: перемещение, масштабирование, вращение, отражение (Рисунок 4.44).

Закладка ***«Перемещение»*** (Рисунок 4.44а) позволяет переместить (кнопка «Выполнить») или копировать (кнопка «Копировать») выбранные части каркаса двумя способами:

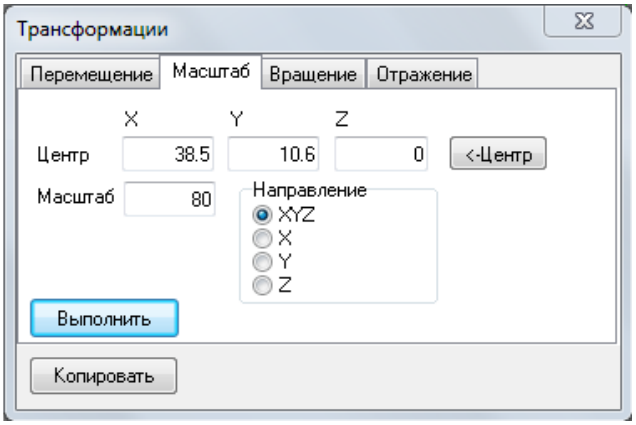
- Выделить часть каркаса. Сделать активной строку «На» и указать в соответствующих полях величины смещения вдоль координатных осей. Нажать кнопку «Выполнить» или кнопку «Копировать».

- Выделить часть каркаса. Сделать активной строку «С» и выбрать на каркасе точку (вершину) правой клавишей мыши, из которой начинается перемещение. Далее автоматически сделается активным строка «В», и необходимо указать точку (вершину), в которую надо сделать перемещение выделенного фрагмента каркаса. После этого автоматически становится активной строка «НА», в которой появятся величины смещения вдоль координатных осей относительно выбранных ранее точек ($X_{НА}= X_C - X_B$, $Y_{НА}= Y_C - Y_B$, $Z_{НА}= Z_C - Z_B$). Нажать кнопку «Выполнить» или «Копировать», в результате будет выполнен параллельный перенос или копирование соответственно всех элементов выделенной части каркаса.

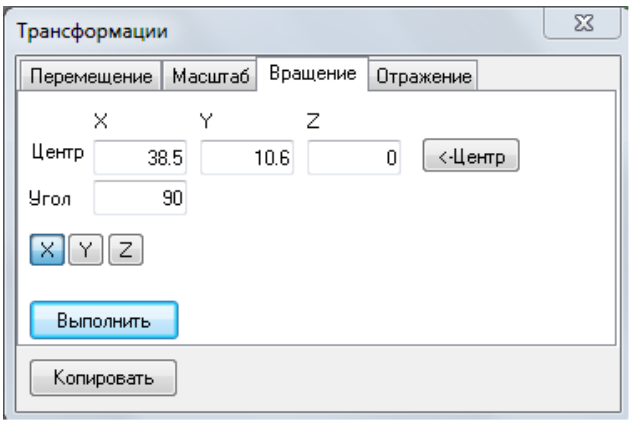
Закладка ***«Масштаб»*** (Рисунок 4.44 б) позволяет изменить размер текущей выделенной части каркаса (кнопка «Выполнить») или создать ее отмасштабированную копию («Копировать»). Для этого необходимо сначала выделить часть каркаса, затем либо в строке «Центр» вручную указать координаты, относительно которых будет происходить масштабирование, либо нажать кнопку «Центр», тем самым автоматически выберется геометрический центр выделенной части каркаса. Далее нужно указать величину масштабирования относительно текущего размера в процентах в поле «Масштаб» и выбрать ось или оси, относительно которых будет производиться изменение размеров. Нажать кнопку «Выполнить» или «Копировать».

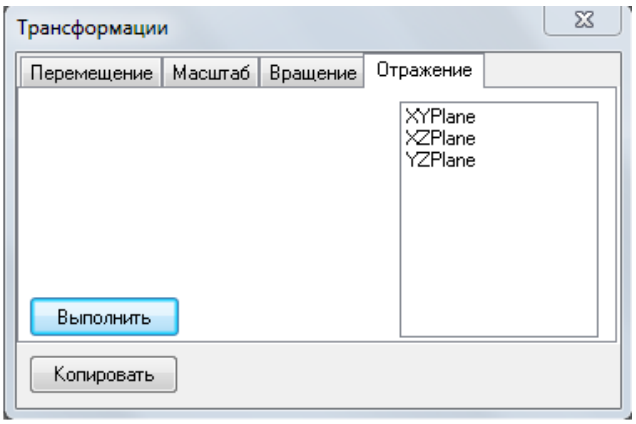


а)



б)





в) г)

Рисунок 4.44 – Инструмент «Трансформация», закладки:
а) перемещение; б) масштабирование; в) вращение; г) отражение

Закладка ***«Вращение»*** (Рисунок 4.44 в) позволяет повернуть выделенную часть каркаса (кнопка «Выполнить») или создать ее развернутую копию («Копировать») на заданный угол. Для этого необходимо сначала выбрать часть каркаса, затем либо в строке «Центр» вручную указать координаты, относительно которых будет происходить поворот, либо нажать кнопку «Центр», тем самым автоматически выберется геометрический центр выделенной части каркаса. Далее нужно выбрать ось, относительно которой будет производиться поворот. Нажать кнопку «Выполнить» или «Копировать».

Закладка ***«Отражение»*** (Рисунок 4.44г) позволяет отразить выделенную часть каркаса (кнопка «Выполнить») или создать ее отраженную копию («Копировать») относительно одной из трех плоскостей проходящих через начало координат. Для этого необходимо сначала выделить часть каркаса и указать плоскость, относительно которой будет происходить отражение. Нажать кнопку «Выполнить» или «Копировать».

4.4.10.4. Интерактивный способ трансформации каркаса

Имеется способ интерактивной трансформации элементов каркаса. Он становится активным при снятии галки «Фиксировать объекты» в меню «Правка», Рисунок 4.45.

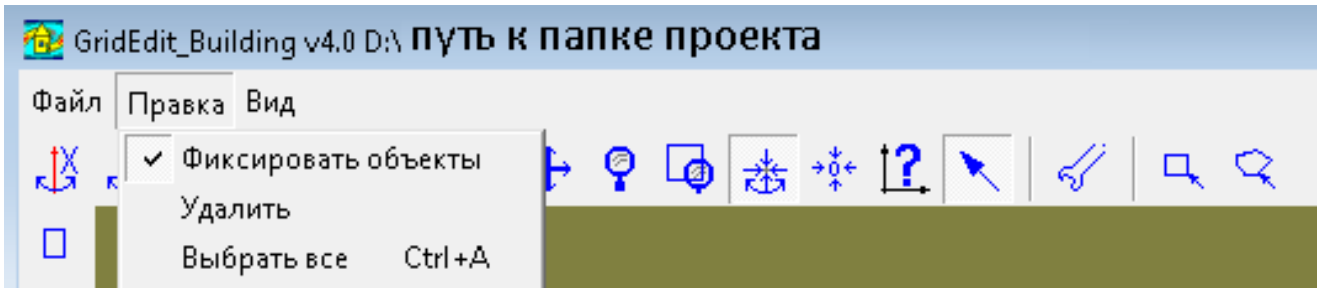


Рисунок 4.45 – Меню «Правка», опция «Фиксировать объекты»

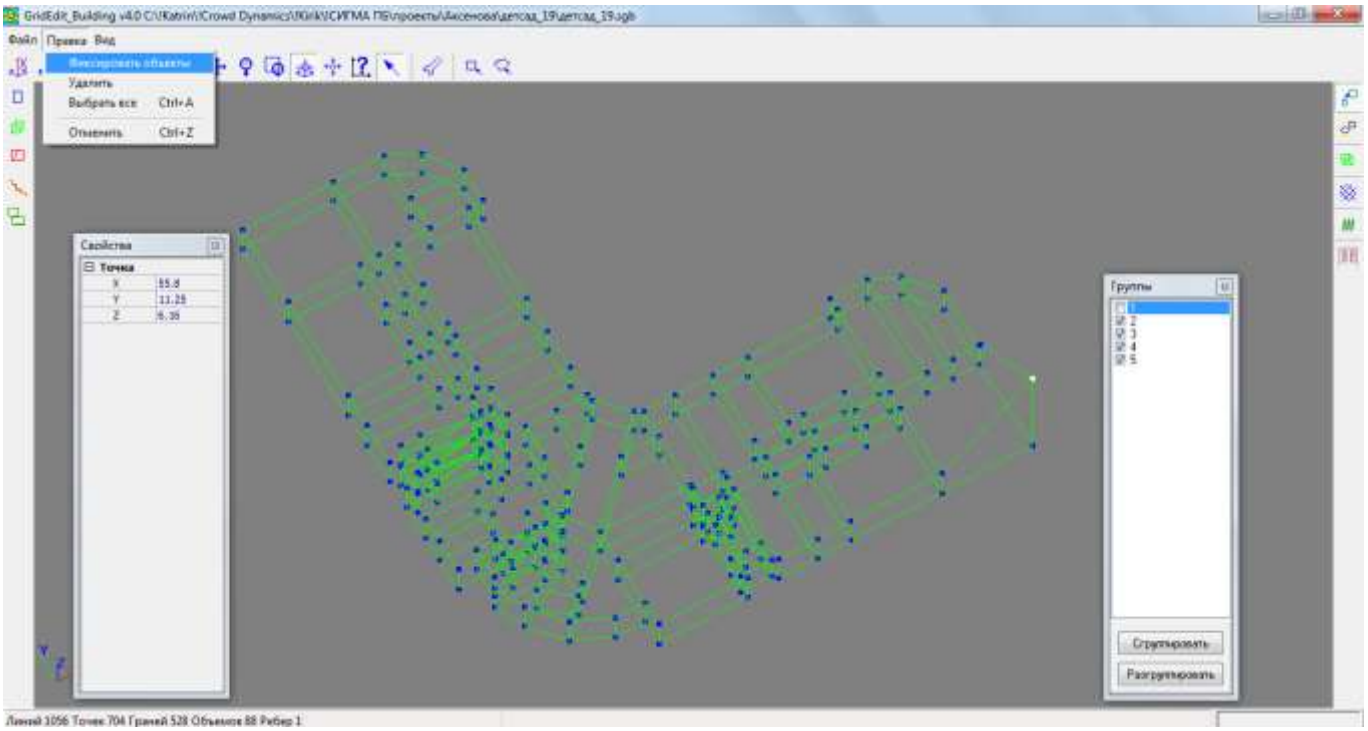


Рисунок 4.46 – Интерактивный способ трансформации каркаса

Данный способ позволяет перемещать выделенный элемент каркаса с помощью мыши. Для выполнения операции необходимо выделить нужный элемент каркаса, например, вершину, Рисунок 4.46, навести курсор мыши на выделенный элемент и при нажатой левой клавише переместить курсор мыши на нужное место,

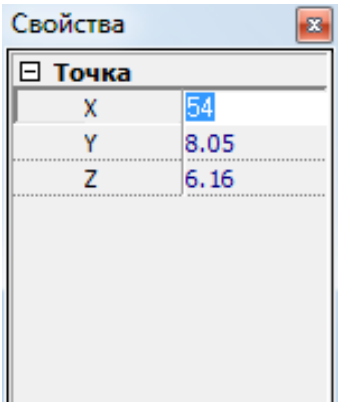
тем самым переместится выделенная часть каркаса и непосредственно связанные с ней элементы.

Важно! Операция выполняется для всех одновременно выделенных элементов. После завершения операции необходимо сделать активной опцию «Фиксировать объекты».

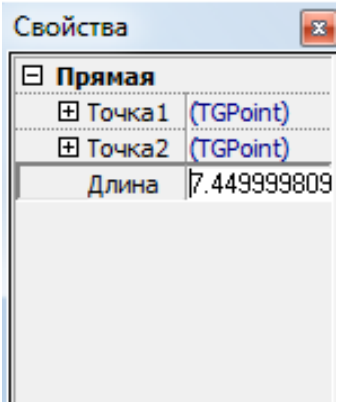
4.4.10.5. Непосредственное задание координат - окно «Свойства»

Задать (изменить) координаты вершины блока или плоской фигуры можно путем введения нужных значений в окне «Свойства», которое открывается при выделении соответствующей вершины, Рисунок 4.47 а.

Изменить длину ребра блока или плоской фигуры можно путем введения нужного значения в окне «Свойства», которое открывается при выделении соответствующего ребра, Рисунок 4.47 б.



а)



б)

Рисунок 4.47 – Окно «Свойства»

4.4.10.6. Удаление элементов каркаса

Удалять можно только выделенные элементы каркаса. Можно удалить только полностью примитив, то есть блок(и) и проем(ы). Удаление выделенных элементов выполняется:

- с помощью клавиши «Delete» на клавиатуре;
- с помощью функции Меню «Правка» -> «Удалить».

4.4.11. Инструмент «Группировка»

Группировка – инструмент, позволяющий объединять выбранные части каркаса и управлять их отображением (2, Рисунок 4.14).

Внимание! Инструмент активен при закрытых окнах «Примитивы» и «Лестница», Рисунок 4.11, используемых при интерактивном режиме построения каркаса.

При запуске инструмента «Группировка» активируется окно «Группы» (Рисунок 4.48). После чего нужно выделить требуемую часть каркаса и нажать кнопку «Сгруппировать». В списке появится новая группа, к которому привязана выделенная часть каркаса.

Если галка активна, то при нажатии мышкой на номер этой группы, будет производиться цветовое выделение соответствующей ему области каркаса (Рисунок 4.48).

При снятии галки напротив номера соответствующая ему область каркаса будет скрыта (не будет визуализироваться), Рисунок 4.49.

Кнопка «Разгруппировать» предназначена для удаления группы из списка.

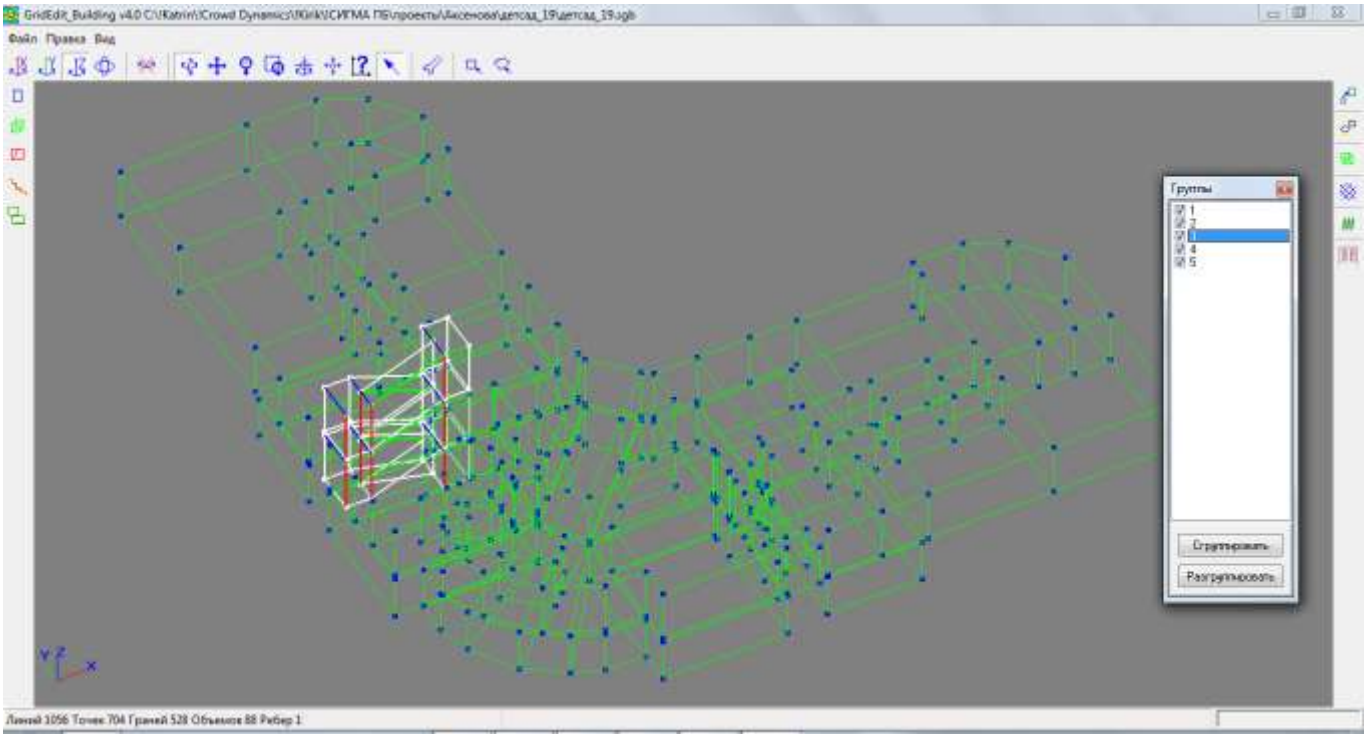


Рисунок 4.48 – Инструмент «Группировка»,выделены элементы каркаса, вошедшие в выделенную группу в списке

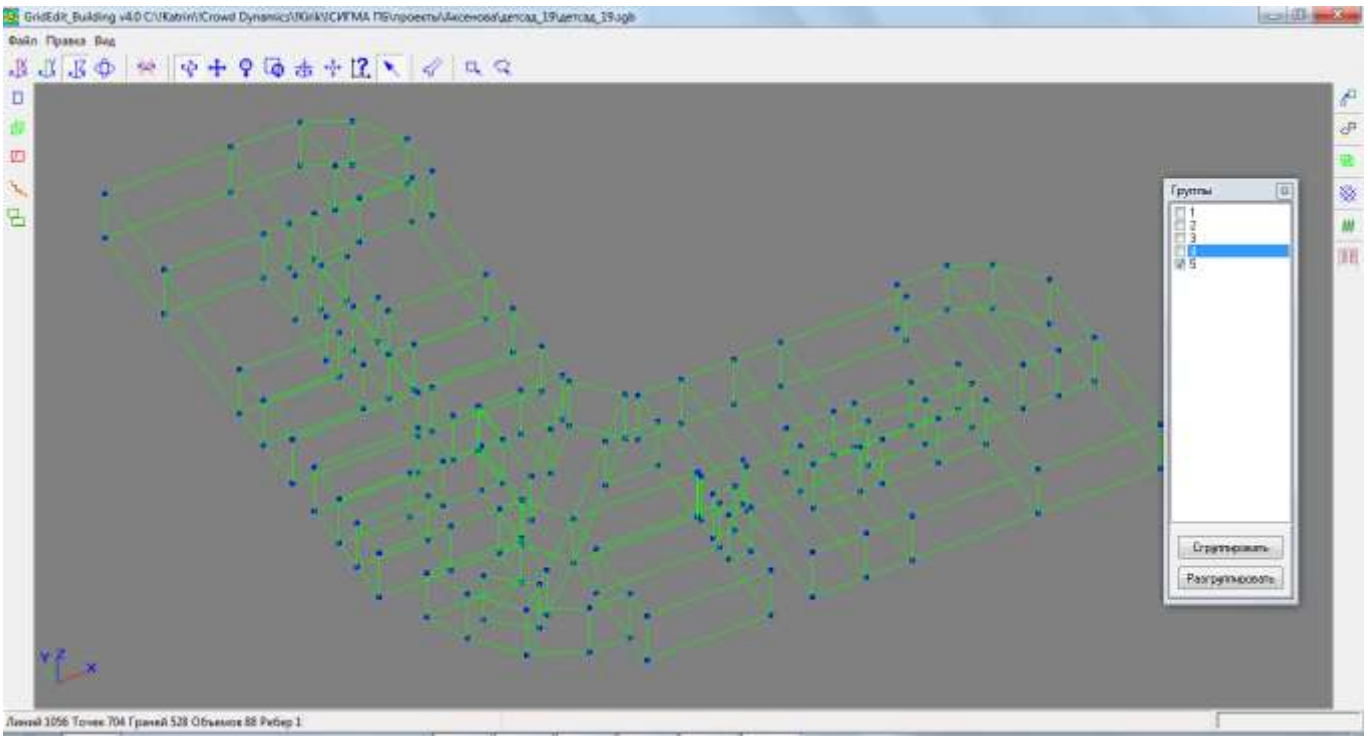


Рисунок 4.49 – Инструмент «Группировка», элементы группы 5 визуализированы, элементы групп 1-4 скрыты

Несколько элементов списка могут быть выбраны одновременно при удержании кнопки «Ctrl».

Использование этой функции делает работу с элементами каркаса более удобной, позволяя отдельно показывать элементы, объединенные по какому-либо принципу. Так на Рисунок 4.48 в группы объединены элементы каркаса подвала, всех лестничных клеток и первого этажа.

Важно! Рекомендуется при построении каркаса активно пользоваться инструментом «группировка» для объединения в группы элементов каркаса по принципу принадлежности к этажу (все блоки одного этажа, все проемы одного этажа, все окна одного этажа). Элементы одной лестницы (площадки и лестничные марши) также рекомендуем объединять в одну группу. Группы могут быть сформированы по любому другому принципу.

4.4.12. Сохранение каркаса

Для сохранения каркаса в меню «Файл» в левом верхнем углу рабочего окна, Рисунок 4.50, выбрать «Сохранить каркас». Данные сохраняются в корневую папку проекта в файл с расширением sgb.

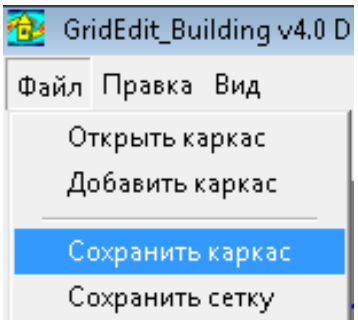


Рисунок 4.50 – Сохранение каркаса

При следующем открытии модуля «Подготовка здания» блоки сохраненного каркаса окрашены в синие, кранные, зленные и белые цвета, то есть они все являются одновременно выделенными, Рисунок 4.51. Снять выделение можно кликом мышки в свободное поле рабочего окна, ребра окрасятся в зеленый цвет, вершины – синий. В нижней строке рабочего окна отображен состав элементов каркаса.

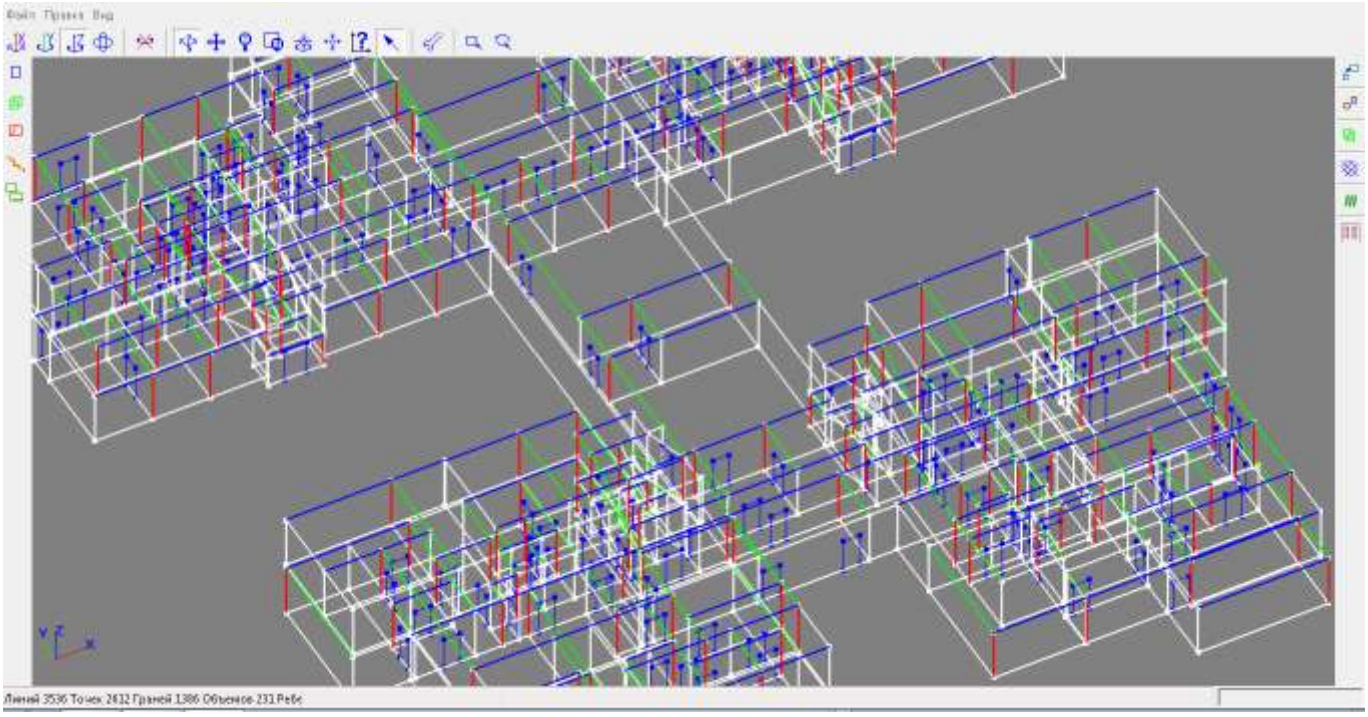


Рисунок 4.51 – Вид каркаса при открытии сохраненного проекта

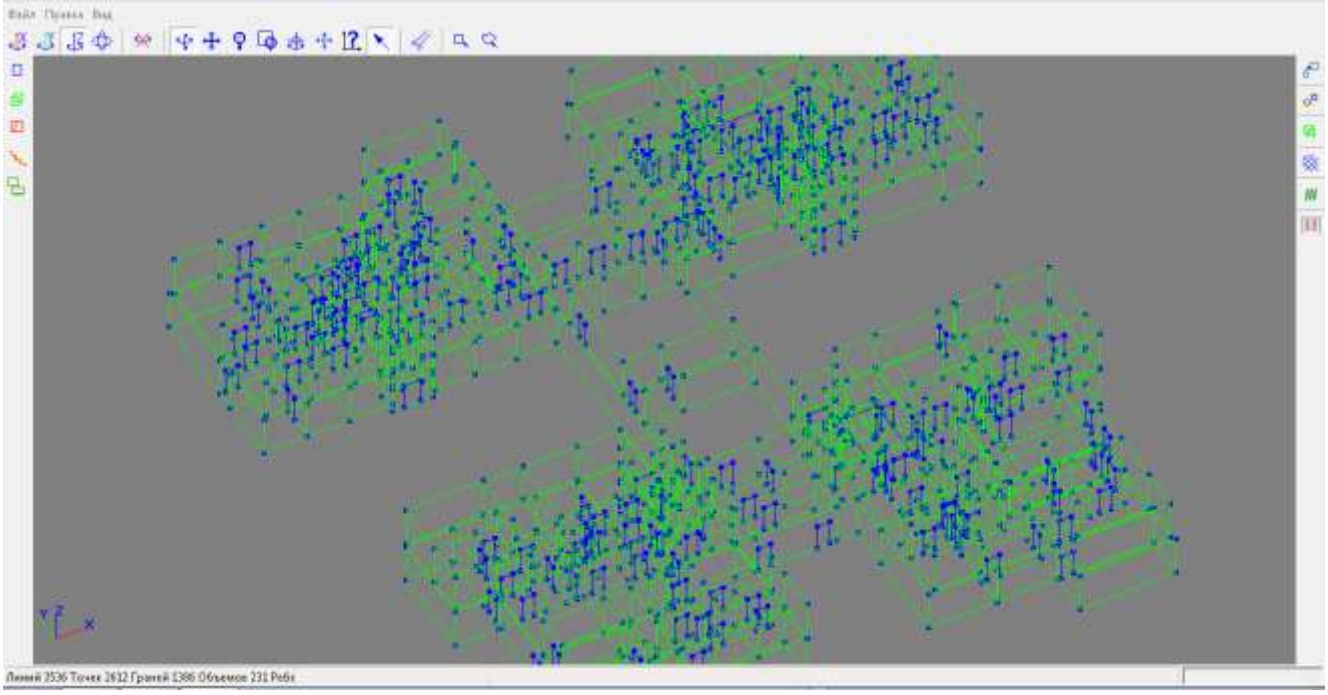


Рисунок 4.52 – Вид каркаса при открытии сохраненного проекта после снятия выделения

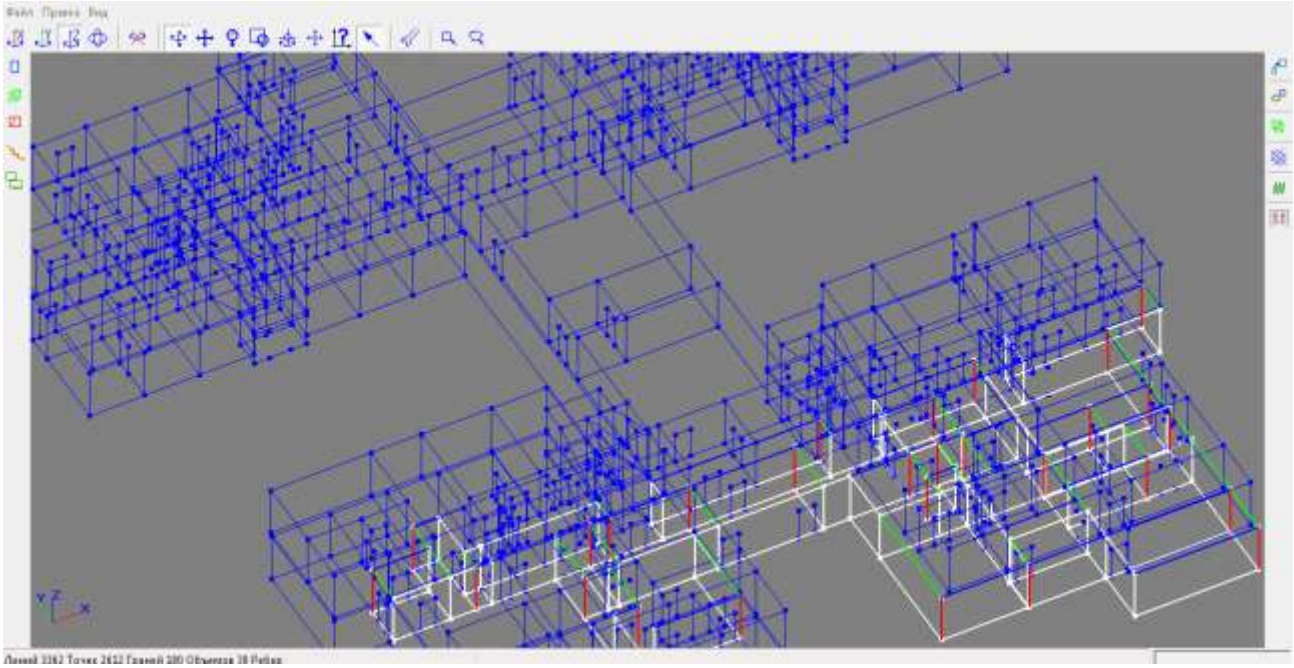


Рисунок 4.53 – Вид поврежденного каркаса при открытии сохраненного проекта

Если был сохранен поврежденный каркас, п. 4.5.7, тогда при следующем открытии поврежденная часть каркаса будет окрашена только в синий цвет, как показано на Рисунок 4.53.

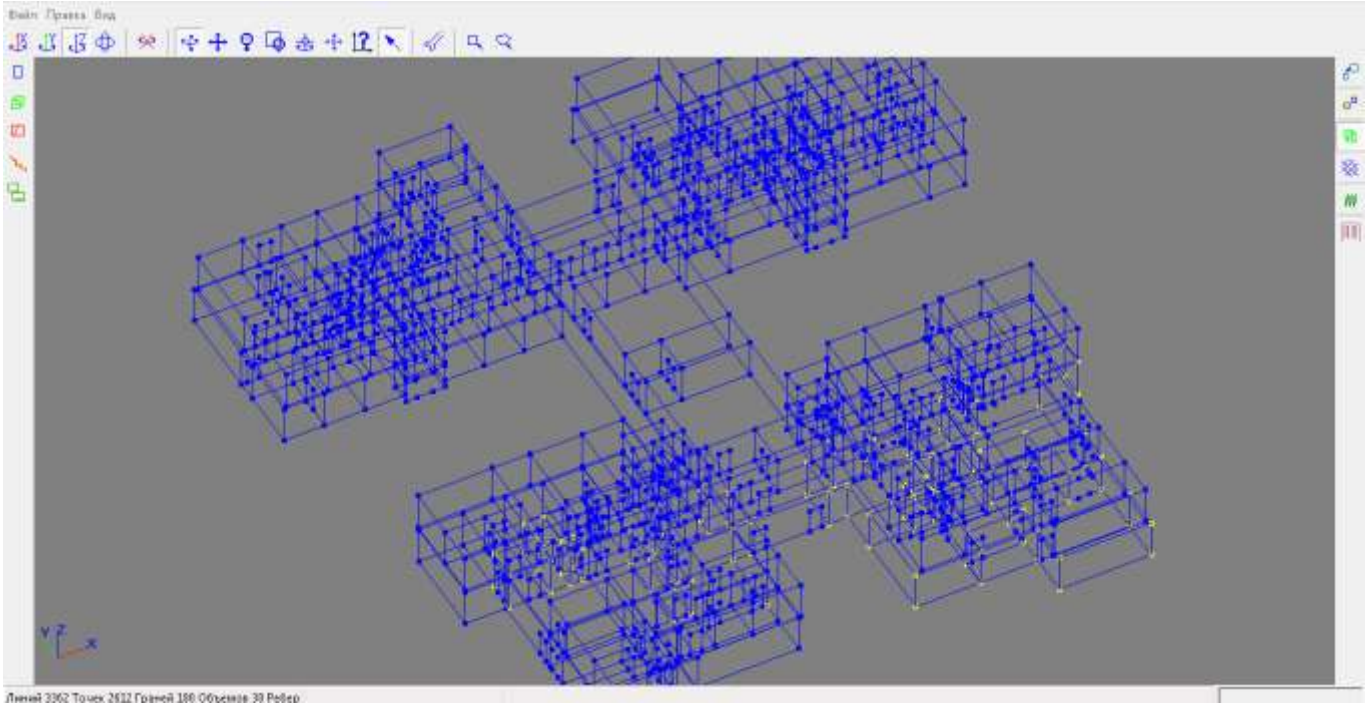


Рисунок 4.54 – Вид поврежденного каркаса при открытии сохраненного проекта или процедуры «Поиск блоков» после снятия выделения

После снятия выделения все ребра окрасятся в синий цвет. Вершины корректно определенных блоков будут желтыми, остальных – синими, Рисунок 4.54. С таким каркасом дальнейшая работа не возможна, см. п.4.5.7.3.

4.5. Построение расчетной области для моделирования пожара

Для построения расчетной области для моделирования пожара и расчетной сетки используются следующие инструменты:

- «Поиск блоков» – при нажатии кнопки инициируется поиск блоков из построенных примитивов каркаса, процедура предваряет построение расчетной сетки (3, Рисунок 4.55);
- «Сетка» – инструмент, предназначенный для создания расчетной области и сетки для последующего выполнения расчета развития пожара (4, Рисунок 4.55);

- «Общие грани» – инструмент анализа связей (контактов) между блоками, вошедшими в расчетную область (5, Рисунок 4.55).

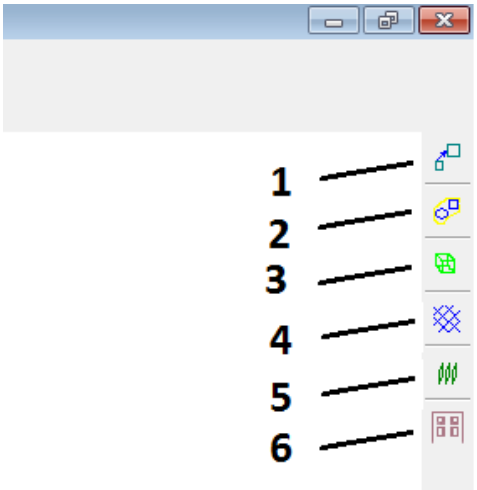


Рисунок 4.55 – Панель инструментов для работы с элементами каркаса, построения сетки и геометрии здания

Расчетная область для моделирования пожара и расчетная сетка создаются на основе каркаса здания (то есть должен быть создан файл с расширением sgb, который сохранен в корневой папке проекта).

Перед созданием расчетной области выполняется процедура инициализации блоков, п. 4.5.7, то есть проверка примитивов каркаса на корректность.

По умолчанию считается, что все корректные блоки п. 4.5.7 включены в расчетную область. Все вплотную пристыкованные блоки каркаса образуют связанную область.

Инструмент «Сетка» позволяет сформировать расчетную область из корректных элементов каркаса в соответствии с постановкой задачи: исключить ненужные блоки из расчетной области (п.4.5.8), если необходимо, определить смежные грани границами (стенами) между соседними блоками (п. 4.5.9), включить в расчетную область проемы (двери), соединяющие блоки, проемы-связи с внешней средой, окна, область пожарной нагрузки (п. 4.5.10).

4.5.7. Инструмент «Поиск блоков»

Процедура идентификации корректности примитивов, из которых состоит текущий каркас, осуществляется с помощью инструмента **«Поиск блоков»** (3, Рисунок 4.55).

ВАЖНО! Применять «Поиск блоков» необходимо всякий раз, когда происходит изменение в составе примитивов, составляющих каркас здания с тем, чтобы по ходу построения каркаса следить за корректностью состава каркаса.

4.5.7.2. Корректный каркас

Если примитивы каркаса не содержат ошибок, после инициализации блоков ребра будут окрашены в зеленый цвет, как показано на Рисунок 4.56. Здесь блоками считаются объемы, построенные (образованные) с помощью примитива «блок» или примитивов 1 и 2 интерактивного режима, Рисунок 4.11, и лестницы, Рисунок 4.10.

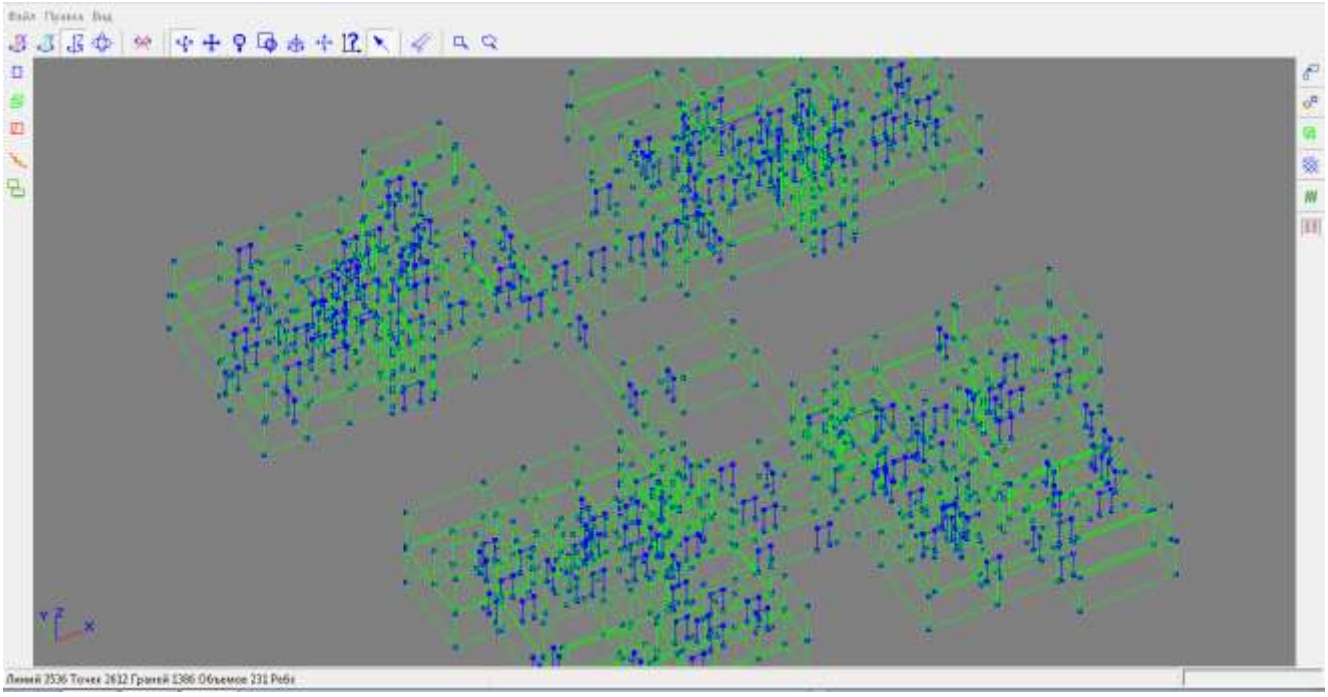


Рисунок 4.56 – Вид корректного каркаса после выполнения процедуры «Поиск блоков»

Если проект открывается не в первый раз, и ранее уже была построена сетка, те *блоки, которые не вошли в расчетную область (имеют активной опцию «Исключаемый»)*, при поиске блоков будут окрашены в *красный цвет,* Рисунок 4.57.

4.5.7.3. Некорректный каркас

Если один или несколько примитивов были повреждены (удалены некоторые их элементы), оставшиеся их части не могут составить блок. В таком случае после процедуры поиска блоков каркас имеет вид, представленный на Рисунок 4.58. После снятия выделения (клик мышкой в свободное поле рабочего окна) все ребра окрашиваются в синий цвет, вершины корректно определенных блоков будут желтыми, остальных – синими, Рисунок 4.54. С таким каркасом дальнейшая работа не возможна. Элементы поврежденных примитивов должны быть удалены. На этом месте построен новый примитив, и применена процедура поиска блоков вновь.

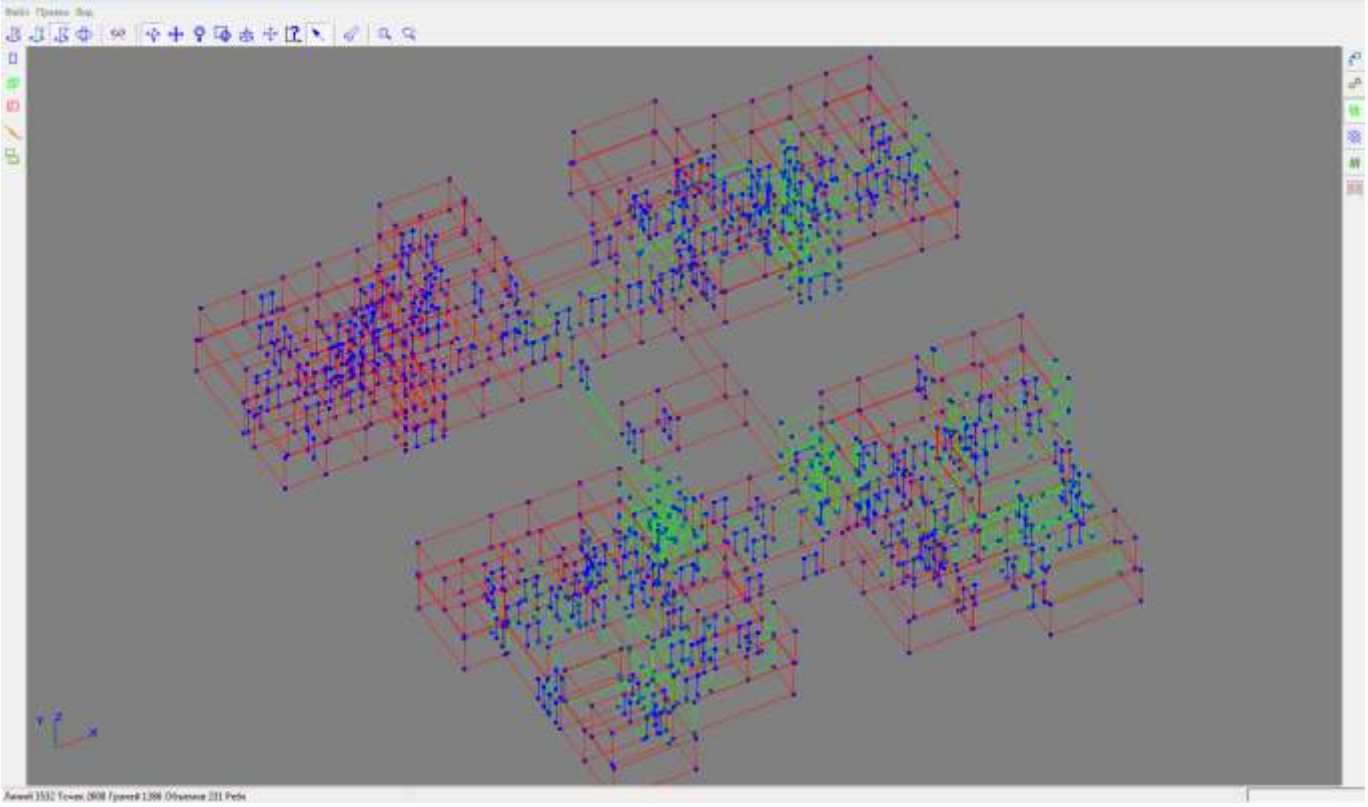


Рисунок 4.57 – Вид корректного каркаса после выполнения процедуры «Поиск блоков», красные блоки исключены из расчетной области ОФП

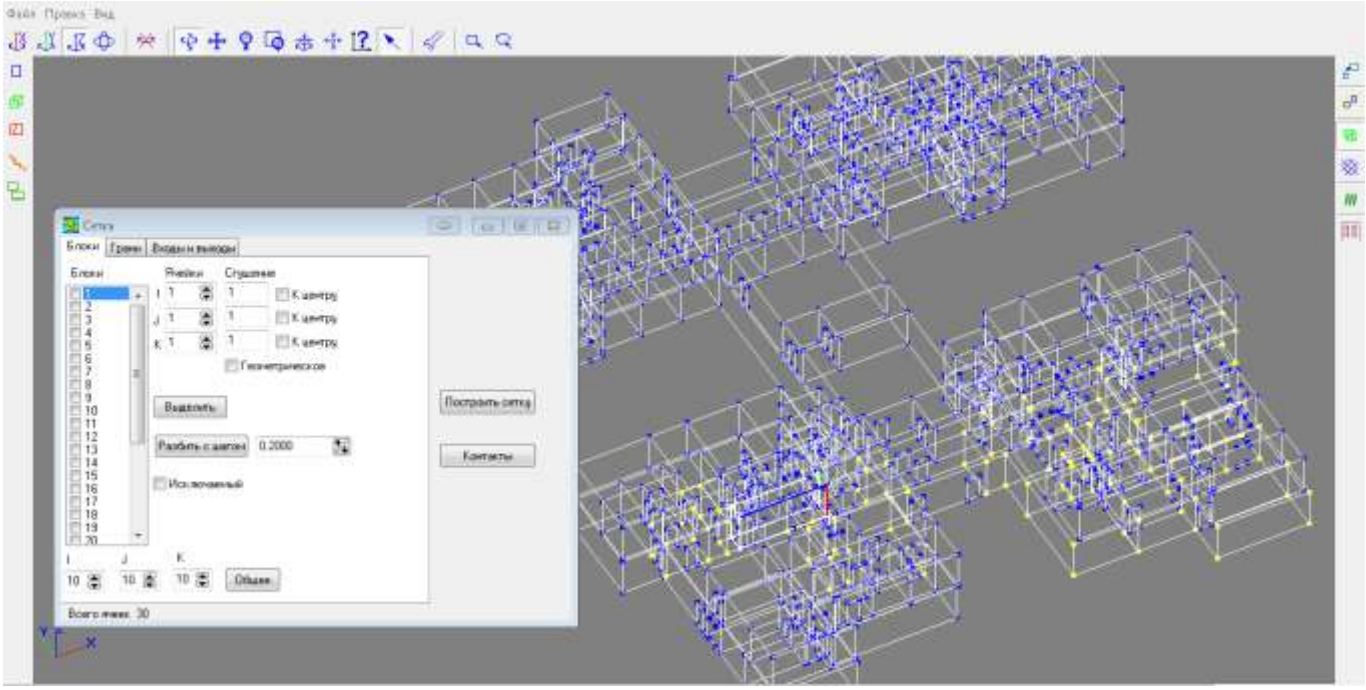


Рисунок 4.58 – Вид поврежденного каркаса после процедуры «Поиск блоков»

4.5.8. Инструмент «Сетка», закладка «Блоки»

Построение сетки для проведения расчетов развития пожара осуществляется через инструмент **«Сетка»** и состоит из трех этапов, которые осуществляются с помощью соответствующих закладок: «Блоки», «Грани» и «Входы и выходы», Рисунок 4.59.

В закладке **«Блоки»** определяются блоки, которые будут составлять расчетную область, задаются параметры сеточной дискретизации блоков.

По умолчанию в расчетную сетку включаются все блоки каркаса. Но, как правило, фактически для проведения расчета необходима только часть – это блоки, составляющие пути эвакуации на этажах, лестничные клетки, помещение очага пожара. Для исключения лишних блоков предусмотрена специальная опция - «Исключаемый».

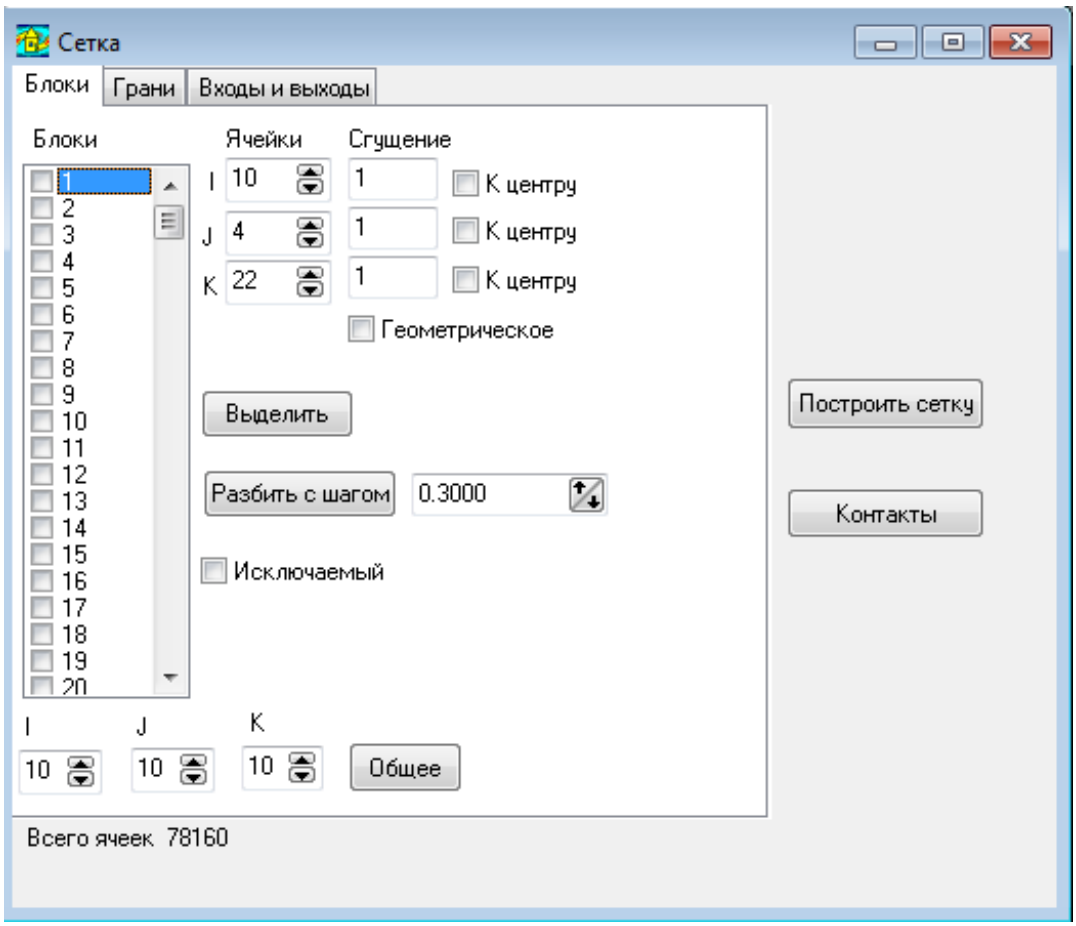


Рисунок 4.59 – Инструмент «Сетка»

Закладка «Блоки» состоит из следующих элементов:

- «Блоки» - в этом списке отображаются все блоки, из которых состоит каркас здания (этот список формируется с помощью инструмента «Поиск блоков» и содержит только корректные блоки, см. п. 4.5.7.2). Для работы с конкретным блоком необходимо выделить его номер нажатием левой кнопки мыши, для выбора нескольких блоков необходимо удерживать клавишу Ctrl (по одному) или Shift (группой - с первого выбранного по текущий), все выделенные в списке блоки выделяются в каркасе в основном рабочем окне;

Важно! **Все действия в этой закладке производятся одновременно над всеми выделенными объектами в списке** (Рисунок 4.60а).

- опция «Исключаемый», Рисунок 4.60г, используется в том случае, когда требуется включить в расчетную область для моделирования развития пожара не все блоки, образующие объем здания. По умолчанию в расчетную область включаются все блоки, но если каркас построен с учетом решения задачи расчета времени эвакуации, то такая область может быть избыточной для решения задачи расчета распространения ОФП. Чтобы какой-либо блок (или несколько блоков сразу) исключить из расчетной области (для ОФП), необходимо его (их) выделить (либо непосредственно в списке, либо на каркасе) и поставить «галочку» рядом с опцией «Исключаемый»;
- кнопка «Разбить с шагом» позволяет разбить блоки, *выделенные* в списке, с заданным пространственным шагом дискретизации (в метрах). Шаг дискретизации задается в поле справа от кнопки «Разбить с шагом» (Рисунок 4.60в), затем нажимается кнопка «Разбить с шагом». Увидеть количество ячеек, которое пришлось на каждый блок, можно в разделе «Ячейки» (блок должен быть выделен в списке «Блоки»). Если в списке выделено одновременно несколько элементов, то отображается разбиение последнего из выделенных (ПОДСКАЗКА. Чтобы ускорять работу можно разбивать все блоки на ячейки, не зависимо включены они в расчетную область или нет.);
- кнопка «Выделить» используется для выделения в списке «Блоки» тех блоков, которые полностью выделены в рабочем окне (это инструмент поиска нужных блоков в списке, когда количество блоков в списке велико, в этом случае блоки удобнее выделять в рабочем окне непосредственно на каркасе и с помощью данной кнопки находить их в списке);
- «Ячейки» - в этом разделе можно задать количество ячеек для разбиения *выделенных* в списке блоков. Если разбиение на ячейки было произведено, то здесь отображается уже существующее разбиение выделенного в списке блока на ячейки (отображается их количество). Разбиение блока происходит по трем направлениям ***i, j, k***. Если в списке выделено одновременно несколько элементов, то отображается разбиение последнего из выделенных; **ВАЖНО!** Каждый блок должен содержать более чем одну ячейку! Блоки,

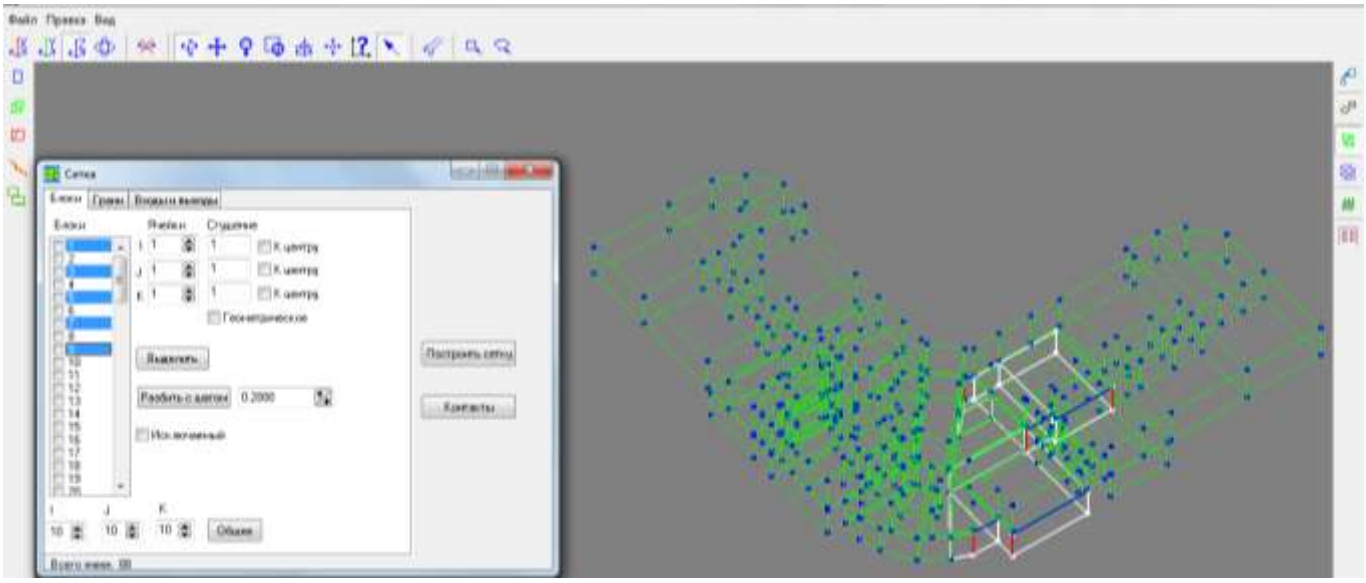
вошедшие в расчетную область для ОФП (опция «Исключаемый» у них не активна, и не разбитые на ячейки по умолчанию содержат одну ячейку, линейные размеры ребер которой с линейными размерами ребер такого блока. Такая ситуация недопустима, в дальнейшем расчет не будет запущен.

- «Сгущение» - в этом разделе задается сгущение сетки в направлениях ***i, j, k*** в *выделенном* блоке (блоках)**.** Значения коэффициентов сгущения представлены в Таблице 4.2. Активация введенных значений производится нажатием клавиши Enter;
- кнопка «Общее» позволяет задать единое разбиение для всех блоков по количеству ячеек, которое указывается в соответствующих окнах ***i, j, k.*** Далее нажимается кнопка «Общее». Все блоки (*в независимости от выделения*) разбиваются с заданным разбиением. Количество ячеек, которое пришлось на каждый блок, также отображается в разделе «Ячейки».

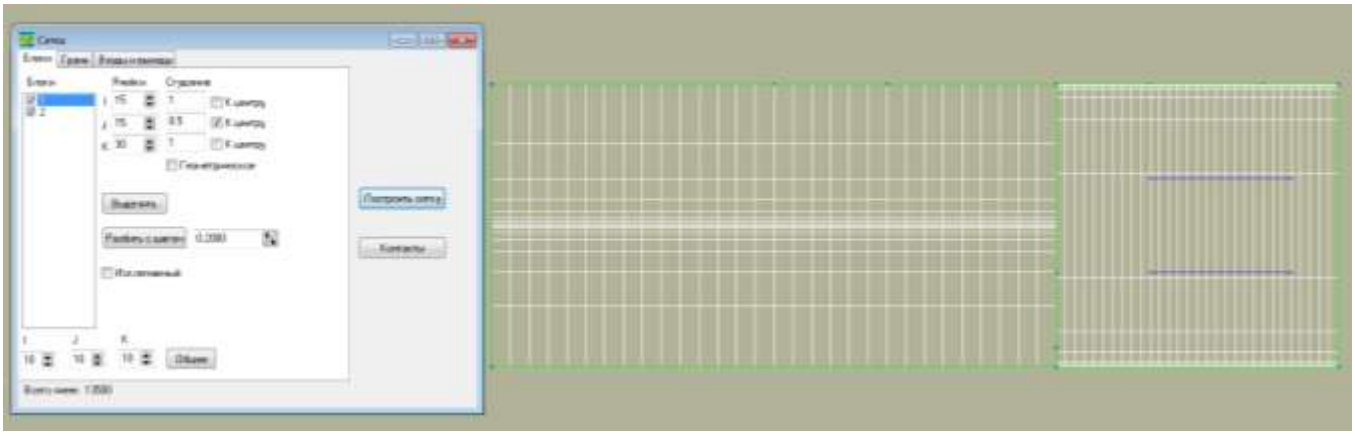
Таблица 4.2 – Коэффициенты сгущения

Н.п.	**Значение коэффициента сгущения**	**Опция «К центру»**	**Результат**
1.	< 1	Активна	Сгущение сетки вдоль ребра к центру блока (группы выделенных блоков) в данном направлении
2.	> 1	Активна	Сгущение сетки вдоль ребра от центра блока (группы выделенных блоков) в данном направлении
3.	= 1	Не важно	Равномерная сетка вдоль ребра блока (группы выделенных блоков) в данном направлении
4.	< 1	Не активна	Сгущение сетки вдоль ребра блока (группы выделенных блоков) в

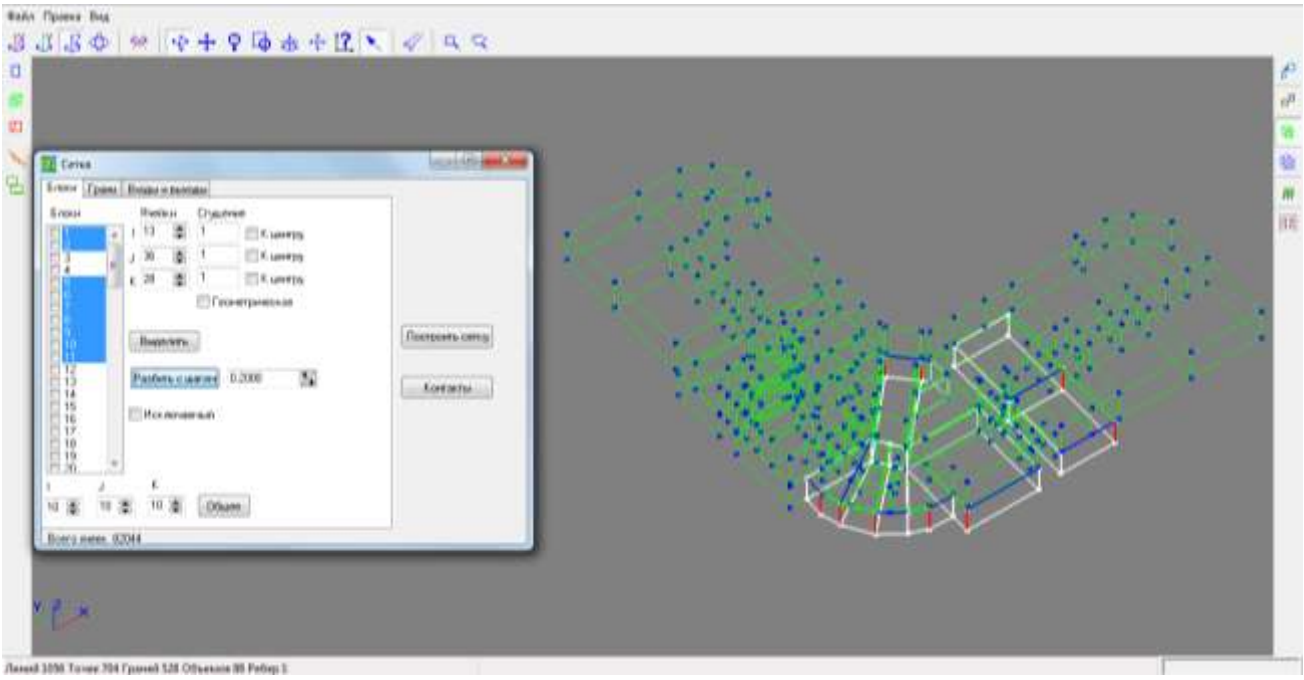
			отрицательном направлении соответствующей координатной оси
5.	> 1	Не активна	Сгущение сетки вдоль ребра блока (группы выделенных блоков) в положительном направлении соответствующей координатной оси



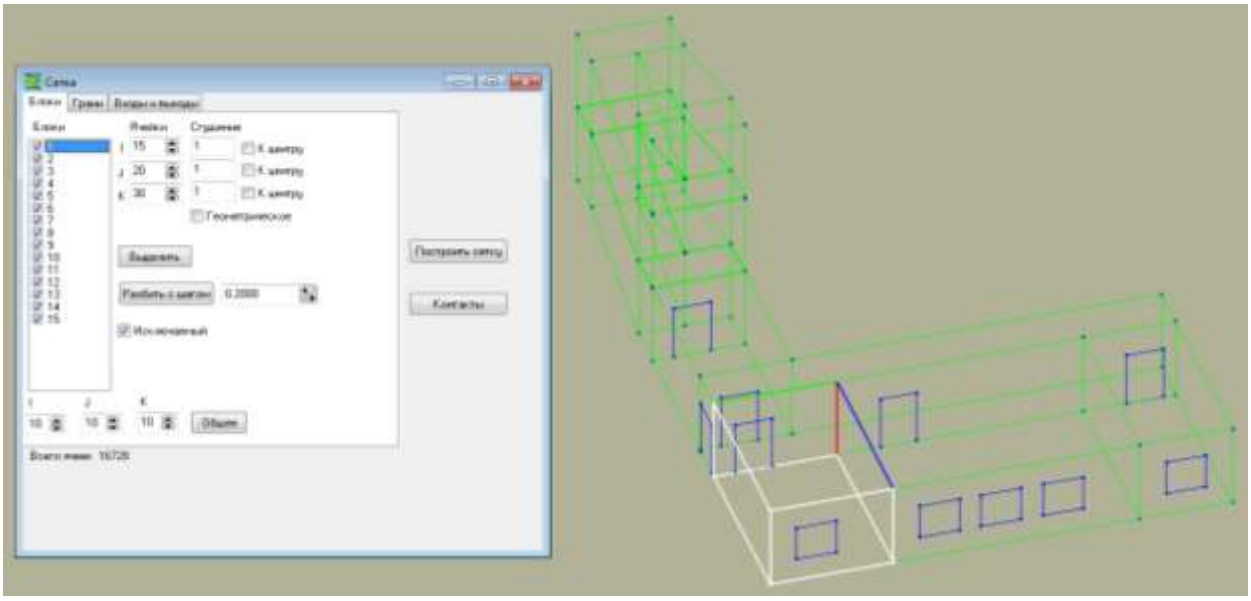
а) выделение блоков в списке и отображение выделенных блоков в каркасе;



б) варианты сгущения сетки вдоль направления ***j*** в двух соседних блоках: в левом блоке коэффициент сгущения < 1, в правом - > 1;



в) разбиение выделенных блоков с заданным шагом, [м], дискретизации;



г) исключение блока из расчетной области – активация опции «Исключаемый»

Рисунок 4.60 – Инструмент «Сетка». Закладка «Блоки»

Процедура работы в закладке блоки состоит из следующих шагов:

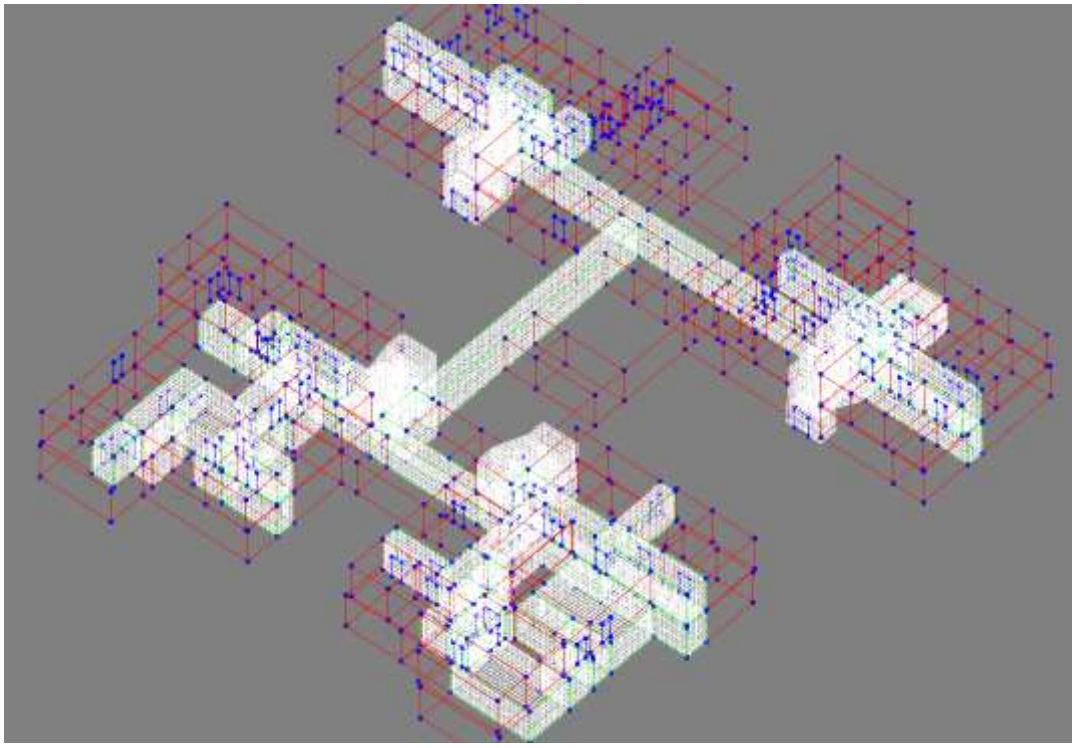
- активировать опцию «Исключаемый» для всех блоков каркаса, которые не должны войти в расчетную область (блок в писке должен быть выделен Рисунок 4.60 г);
- задать дискретизацию сетки для выделенных блоков в списке, например, указывая шаг сетки справа от кнопки «Разбить с шагом» и затем нажимая кнопку «Разбить с

шагом» (блоки можно выделить с помощью курсора мыши наведением на элемент списка и нажатием левой клавиши, группой – с помощью стрелок на клавиатуре и клавиш Ctrl или Shift);

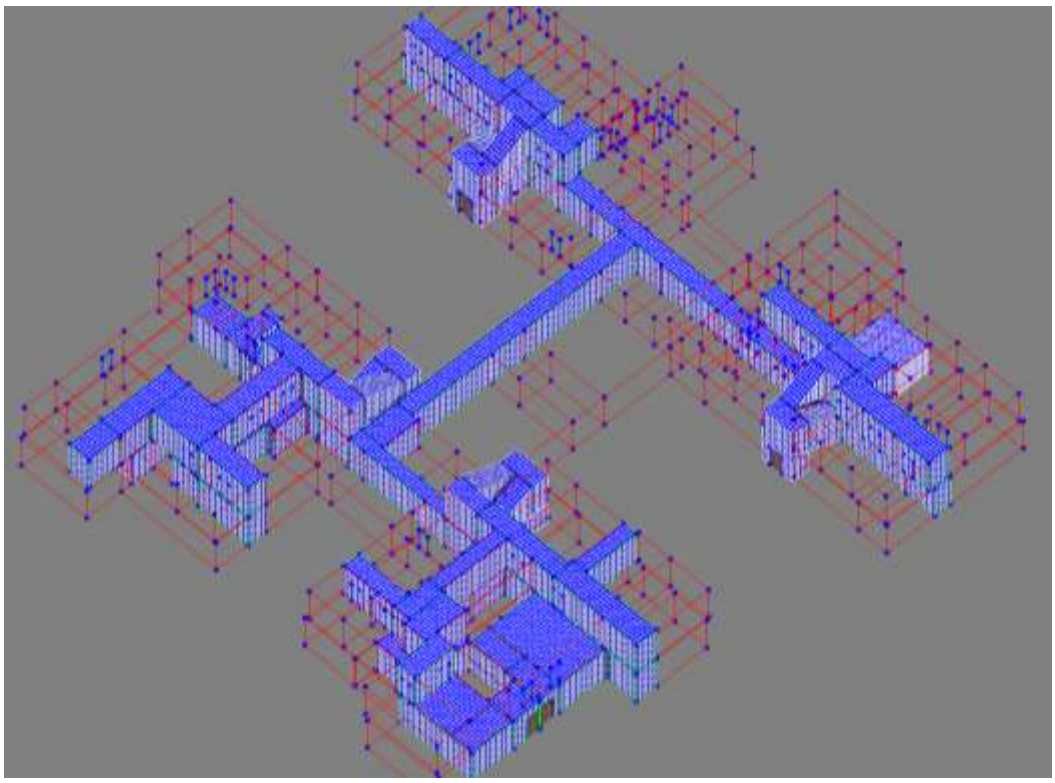
- можно отдельно задать дискретизацию блока, где расположена область пожарной нагрузки;

- нажать кнопку «Построить сетку», Рисунок 4.59. В результате будет сгенерирована сетка с заданным разбиением блоков, Рисунок 4.61 а (если сетка не визуализируется, то активировать опцию «Сетка» в пункте меню «Вид» рабочего окна). На Рисунок 4.61 б представлена сетка с активной заливкой, Рисунок 4.4, которая улучшает трехмерное контрастирование изображения;

- после построения сетки **обязательно(!)** осуществить поиск связей между блоками - контактов (патчей), нажать кнопку «Контакты», Рисунок 4.59. В результате появится окно «Общие грани» (Рисунок 4.64). Для визуализации связей между блоками нажать кнопку «Включить все» - внутренние (проницаемые) грани и проемы (если они были уже добавлены в список «Входы и выходы»), вошедшие в расчетную область, будут окрашены.



а)



б)

Рисунок 4.61 – Инструмент «Сетка».

Отображение сетки: а) простое, б) с заливкой.

Красным выделены все блоки не вошедшие в расчетную область, то есть обозначенные как исключаемые

Если некоторые внутренние грани нужно исключить из расчетной области (сделать непроницаемыми), то есть сделать стенкой между двумя блоками, тогда следует изменить тип таким граням, процедура описана в п.4.5.9.

Блоки, исключенные из расчетной области для моделирования пожара (у них активно свойство «Исключаемый», Рисунок 4.59) при повторном нажатии кнопки «Поиск блоков» или повторном открытии проекта, выделяются красным.

4.5.9. Инструмент «Сетка», закладка «Грани»

В списке «Грани», Рисунок 4.62, перечислены все грани всех блоков, образующих каркас и объем здания. Поэтому ВАЖНО помнить, что стена между

двумя соседними блоками представлена в списке двумя гранями, принадлежащими каждому из этих блоков соответственно, но свойства достаточно задать для одной.

Важно! Опция «Граница» применяется только к внутренним граням (то есть граням между блоками, вошедшими в расчетную область).

ВАЖНО! По умолчанию для *внешних* граней (грани, которые являются границей между расчетной областью и внешней средой) тип грани всегда определяется, как «*граница*» (но этот факт никак не отображается). Тип таких граней изменению не подлежит!

По умолчанию *внутренние* грани (т.е. грани, лежащие внутри расчетной области, и смежные между двумя соседними блоками, вошедшими в расчетную область), включены в расчетную область – являются проницаемыми (то есть не являются препятствием между пристыкованными блоками для распространения ОФП). Для того чтобы задать препятствие (стену) для распространения ОФП между двумя блоками, ВКЛЮЧЕННЫМИ в расчетную область, нужно выделить любую из двух соответствующих граней, активировать опцию «Граница». Грань можно выделить или непосредственно в списке (тогда в каркасе она подсветится), или двойным нажатием левой клавиши мыши непосредственно на ребро, принадлежащее данной грани, в каркасе здания (грань станет выделена в списке).

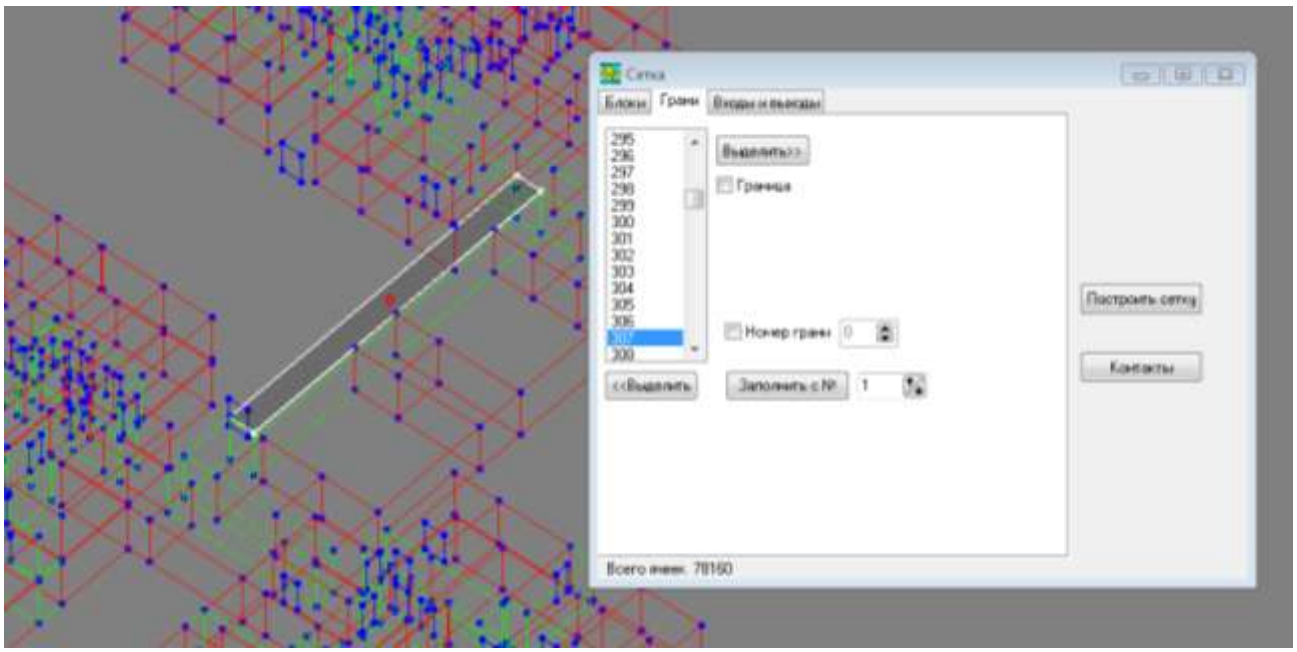


Рисунок 4.62 – Инструмент «Сетка». Закладка «Грани»: в рабочем окне выделена грань, выделенная в списке

Таким образом, тип «Граница» нужно поставить только тем граням, которые выполняют роль стены между двумя пристыкованными к круг другу блоками.

Необходимо следить, чтобы путем задания типа «Граница» граням не образовывалось замкнутых блоков, изолированных от остальной расчетной области. В зависимости от объемно-планировочного решения и конфигурации расчетной области выставление типа «Граница» граням может не понадобиться.

Важно! Если грань содержит (дверной) проем и такой проем (будет) включен в список «Входы и выходы», п.4.5.10, ее тип изменять не нужно (тип такой грани задается автоматически).

Для работы с длинными списками граней и выделения граней имеется способ:

- кнопка «Выделить>>» используется для выделения в списке «Грани» тех граней, которые полностью выделены в рабочем окне (это инструмент поиска нужных граней в списке, когда количество граней в списке велико, в этом случае грани удобнее выделять в рабочем окне непосредственно на каркасе и с помощью данной кнопки находить их в списке), Рисунок 4.63.

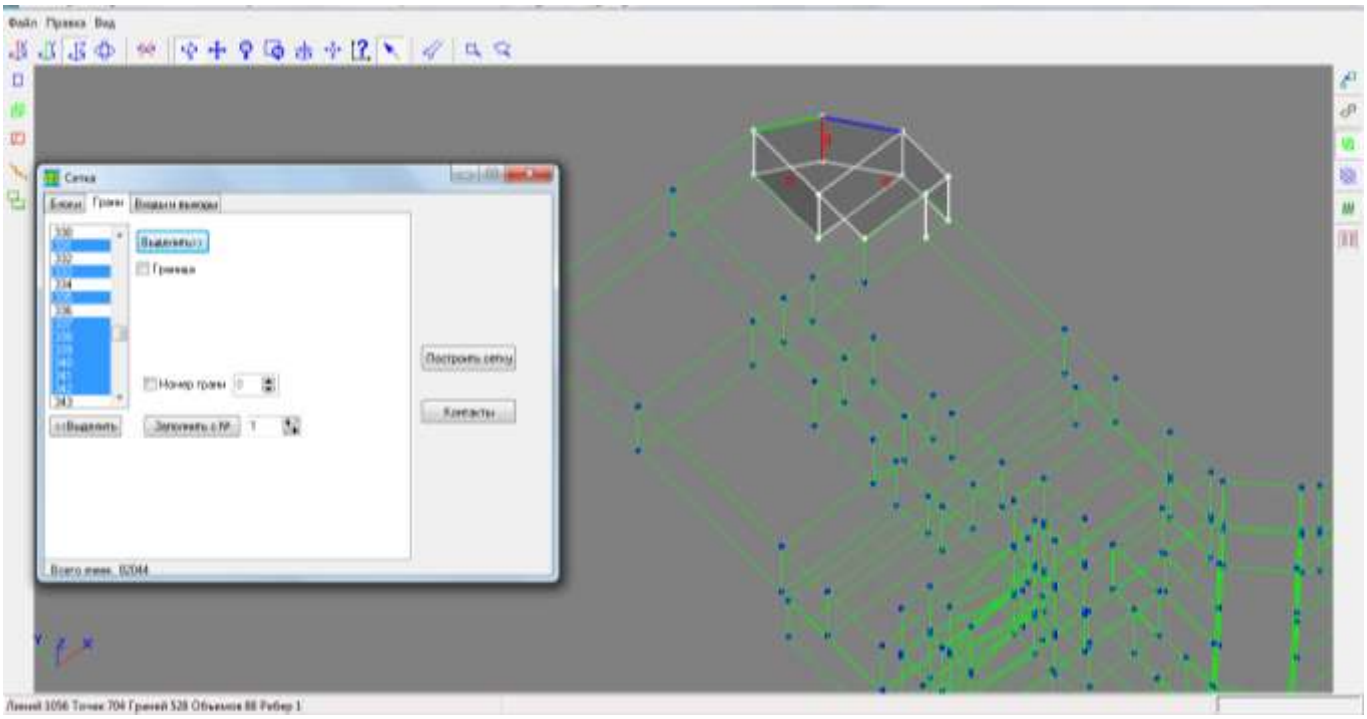


Рисунок 4.63 – Инструмент «Сетка». Закладка «Грани», отображение в списке выделенных в каркасе граней по нажатию кнопки «Выделить»

Если в дальнейшем предполагается задание некоторым граням специальных свойств (например, планируется расчет прогрева соответствующей стены), такие грани следует промаркировать (присвоить номер). Для нумерации граней, выделенных в списке, активируется опция «Номер грани», после чего в поле рядом задается номер (положительное целое число). Номер может быть уникальным для каждой грани. Также можно нескольким граням присваивать одинаковые номера (маркеры), имея ввиду, что эти грани объединены по какому-то принципу. При необходимости присвоить уникальные номера большому количеству выделенных в списке граней используется инструмент «Заполнить с №» с указанием в соседнем поле номера, с которого начнется нумерация. Для каждой следующей выбранной грани номер маркера будет на единицу больше.

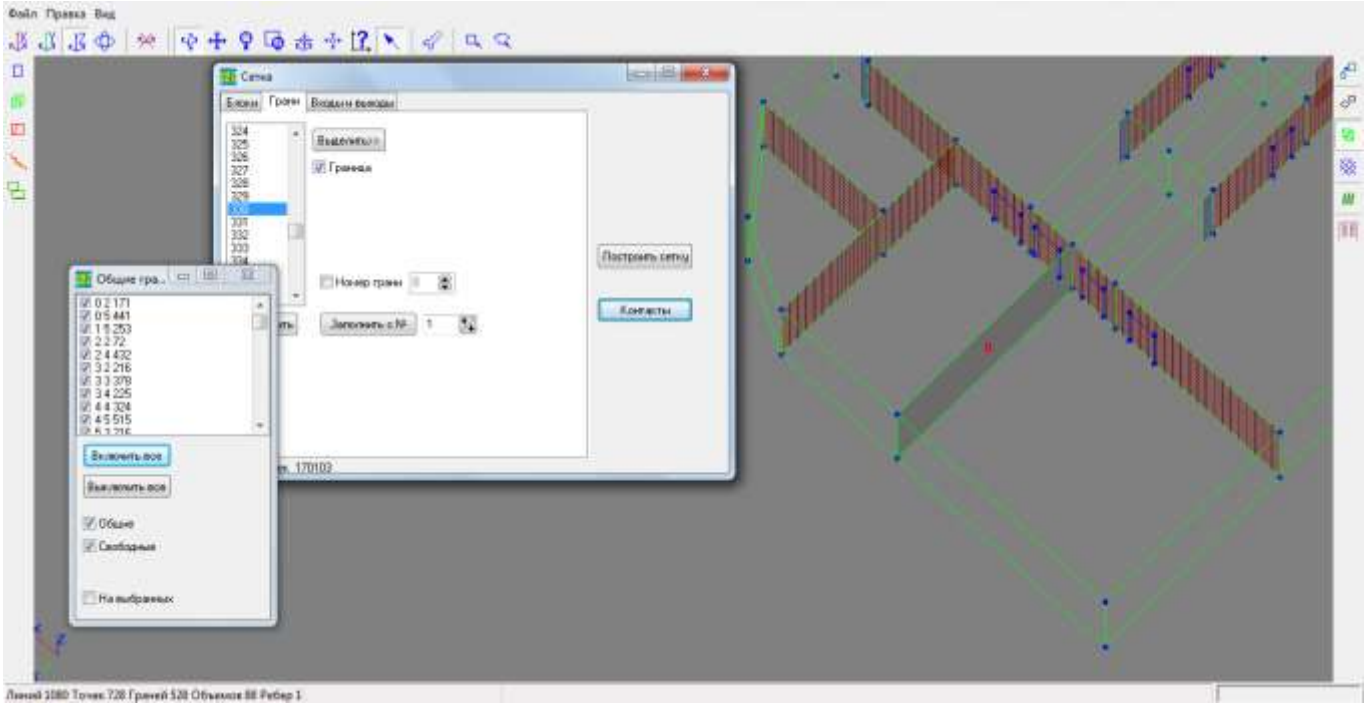


Рисунок 4.64 – Инструмент «Сетка». Закладка «Грани», отображение грани, выделенной в списке и имеющей тип «Граница» (серым цветом) и граней, включенных в расчетную область (красноватый цвет с заливкой сеткой)

После завершения работы в закладке «Грани» нужно перестроить сетку (кнопка «Построить сетку») с учетом введенных данных. Затем проверить новые связи между блоками – контакты (нажатие кнопки «Контакты»). После генерации

контактов появляется окно «Общие грани» (Рисунок 4.64). Внутренние грани, вошедшие в расчетную область, станут окрашены, и можно будет проверить правильность задания внутренней топологии.

4.5.10. Инструмент «Сетка», закладка «Входы и выходы»

На заключительном этапе в расчетную область включаются следующие ЗОНЫ (области):

- внутренние (дверные) проемы;
- дверные проемы, ведущие за пределы здания;
- окна;
- области расположения дымовых клапанов, вентиляционных отверстий;
- пожарная нагрузка;
- стены, через которые будут учитываться тепловые потери в расчете.

Это выполняется в закладке **«Входы и выходы»**.

Напомним, что такие области каркаса, как (внутренние (дверные) проемы, дверные проемы, ведущие за пределы здания (расчетной области), окна, области расположения дымовых клапанов, вентиляционных отверстий, пожарной нагрузки, стены, через которые будут учитываться тепловые потери в расчете, формируются с помощью инструмента «Прямоугольник» (см. п. 4.4.1) и/или соответствующих примитивов (см. п. 4.4.7) или с помощью трансформации граней блоков каркаса.

Важно! Области размещения пожарной нагрузки, дымовых клапанов, вентиляции могут располагаться только на внешних гранях здания (границах расчетной области), которыми являются внешние стены, полы и потолки (последние являются внешними, поскольку при построении каркаса должна быть учтена толщина межэтажных перекрытий через соответствующее расстояние по вертикали между блоками, образующими помещения соседних этажей).

Ввод в расчетную область какой-либо зоны производится путем добавления ее в список и последующей маркировки (Рисунок 4.65). Для добавления области в

список необходимо выделить ее в каркасе (либо через инструмент рамка, либо путем двойного нажатия правой кнопкой мыши на вершину области, см. п. 4.4.10.2), далее в поле «Номер» вводится номер маркера (МСМ) и нажимается кнопка «Добавить». После этих действий в списке появляется элемент «область» с соответствующим маркером (Рисунок 4.65а).

Внутренние (дверные) проемы, связывающие соседние объемы здания должны быть включены в список и промаркированы (только в этом случае они будут включены в расчетную область).

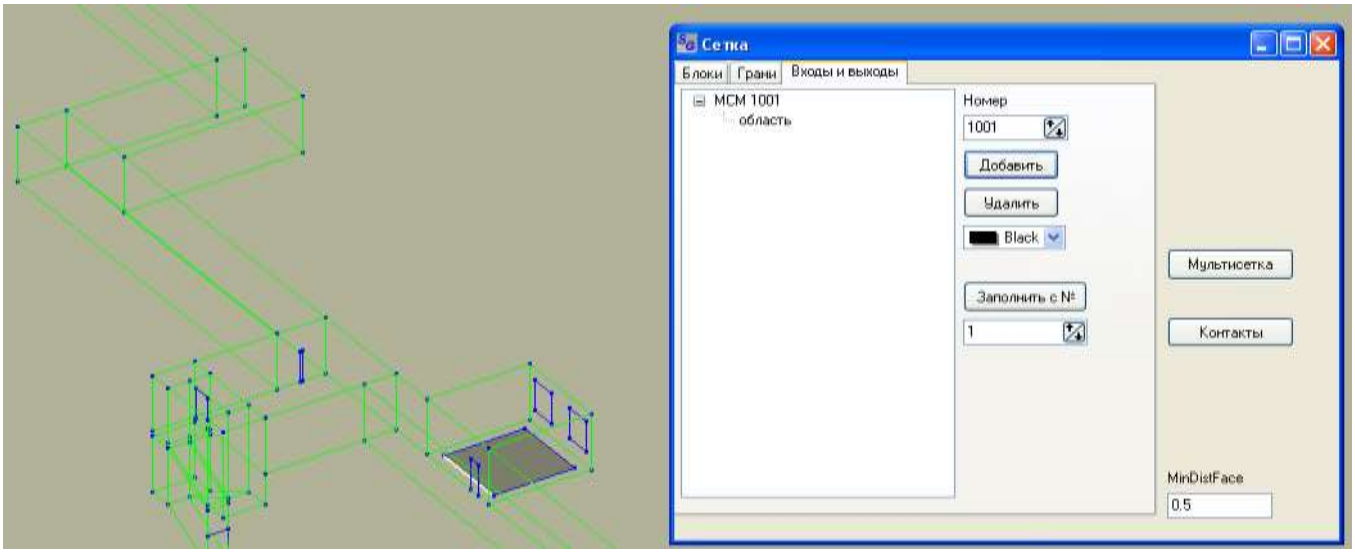
Проемы, ведущие наружу из здания, следует включать в список и маркировать в зависимости от предполагаемого сценария пожара. Должен быть добавлен хотя бы один такой проем.

Таблица 4.3 – Маркировка специальных областей каркаса здания

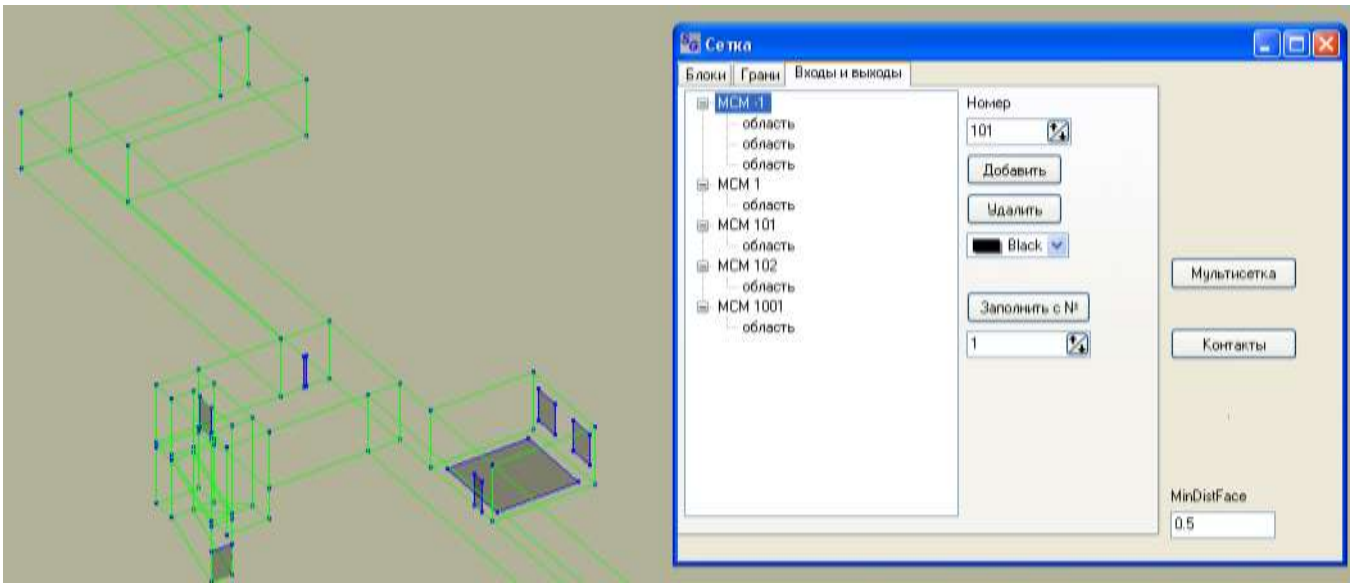
Назначение области	**Номер маркера**
Область располагается на *внешней* грани блока, вошедшего в расчетную область. Такими могут быть области размещения - пожарной нагрузки, - дымовых клапанов, - окна (наружу), - внешние стены, через которые будут учитываться теплопотери, - проемы, ведущие наружу из здания.	> 0
Область располагается на *внутренней* грани блока, вошедшего в расчетную область: - внутренние (дверные) проемы, - внутренние стены (между блоками, участвующими в расчете), для которых будут учитываться теплопередача.	< 0

Важно! Для маркировки *внутренних областей* (внутренние (дверные) проемы, внутренние грани (стены), для которых будут рассчитываться теплопотери) используются только ***отрицательные*** целые числа.

Для маркировки зон, располагающихся на *внешних* гранях расчетной области (области размещения пожарной нагрузки, дымовых клапанов, окна, проемы, ведущие наружу из здания, внешние грани (стены), через которые будут учитываться теплопотери), – только ***положительные*** (Рисунок 4.65б, Таблица 4.3).



а)



б)

Рисунок 4.65 – Инструмент «Сетка». Закладка «Входы и выходы»

Области могут быть промаркированы уникальными маркерами, а могут быть объединены в группы (с одним значением маркера) по какому-либо принципу. В дальнейшем (при задании сценария пожара) с маркером ассоциируется какой-либо набор свойств, который затем оказывается присущим всем областям, имеющим такой маркер.

Например, одинаковые маркеры могут иметь дверные проемы на одном этаже или одной лестничной клетке, выходы из здания, дымовые клапана с одинаковыми техническими характеристиками, зоны размещения пожарной нагрузки (если в них предполагается пожарная нагрузка одинакового типа), окна в помещениях, где располагается одинаковая пожарная нагрузка.

ВНИМАНИЕ! В списке «Входы и выходы» должно быть как минимум 2 области с положительным маркером (это область пожарной нагрузки и проем(ы), связывающий(е) расчетную область с внешней средой). Областей с отрицательным маркером может не быть, если нет проемов между объемами, вошедшими в расчетную область.

После завершения работы в закладке «Входы и выходы» нужно перестроить сетку (кнопка «Построить сетку») с учетом введенных данных.

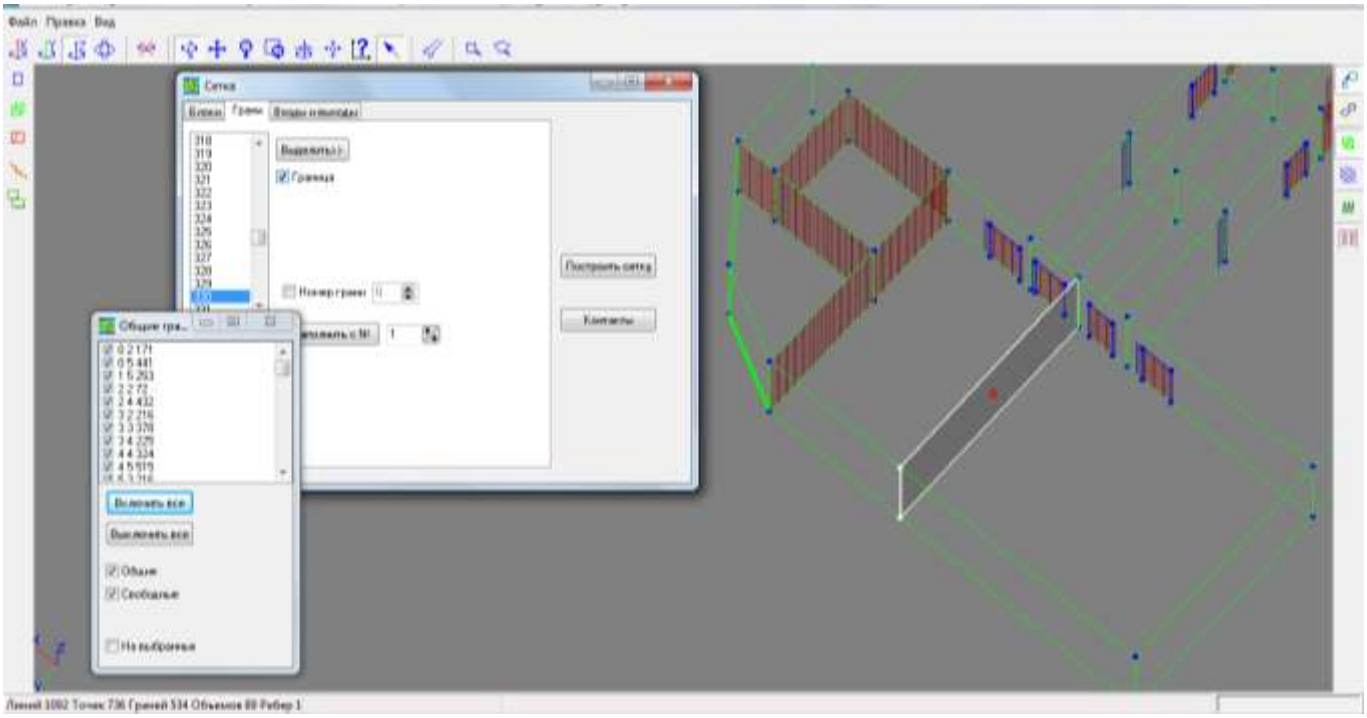


Рисунок 4.66 – Инструмент «Сетка» -> «Контакты» -> Окно «Общие грани»

Затем определить новые связи между блоками – контакты (кнопка «Контакты»). После генерации контактов появляется окно «общие грани», Рисунок 4.66 (для того чтобы было видно контакты, в окне «Общие грани» предусмотрена кнопка «*Включить все*»). Внутренние грани и зоны, вошедшие в расчетную область, станут окрашены (можно визуально проверить корректность включения внутренних граней и различных зон в расчетную область).

При активации опции «*На выбранных*» в окне «Общие грани» отображение контактов происходит только на выделенных блоках каркаса, Рисунок 4.67. Удобно пользоваться этой опцией для многоэтажных зданий, чтобы проверять правильность контактов поэтажно.

Если отображению контактов мешает сетка, то в пункте меню «Вид» необходимо снять «галочки» с пунктов «Сетка» и «Заливка».

На этом этап построения расчетной области и генерации сетки для моделирования развития пожара закончен.

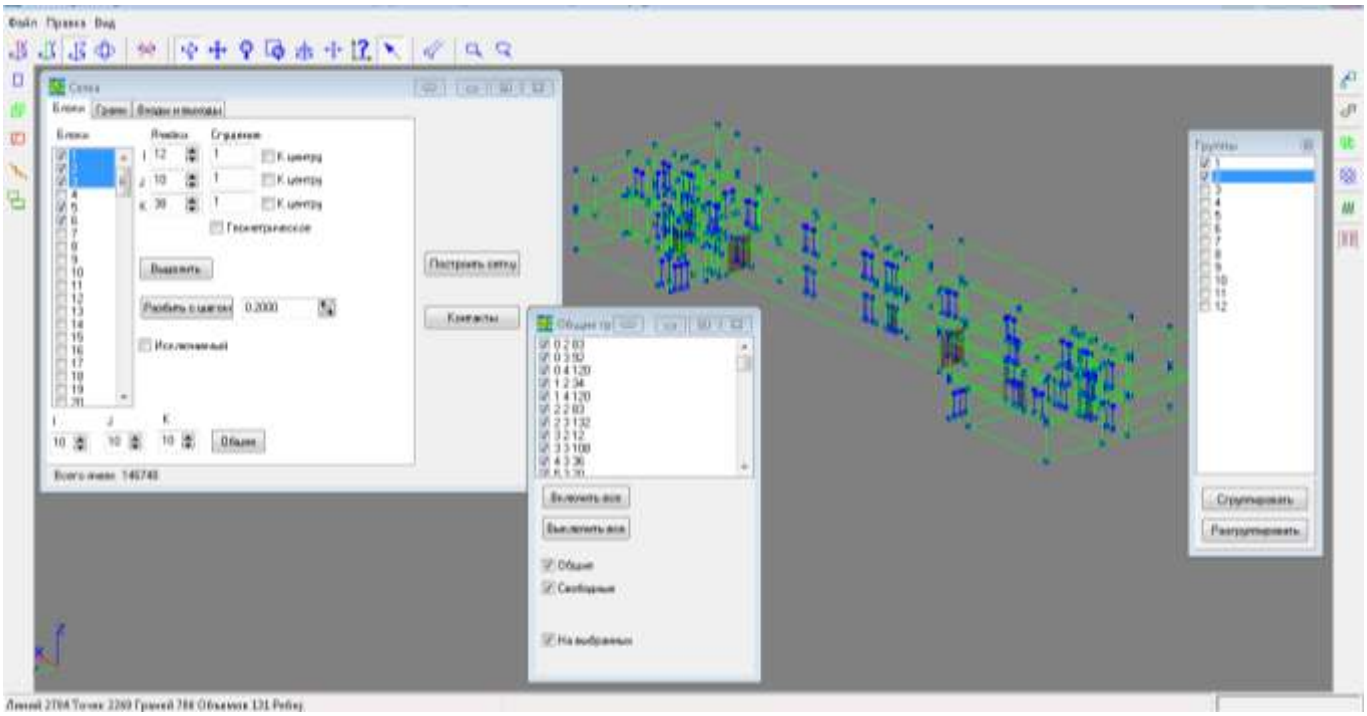
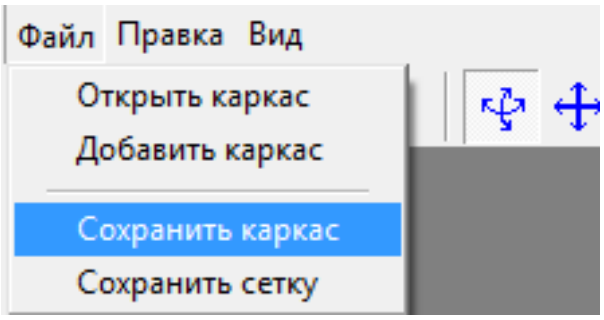


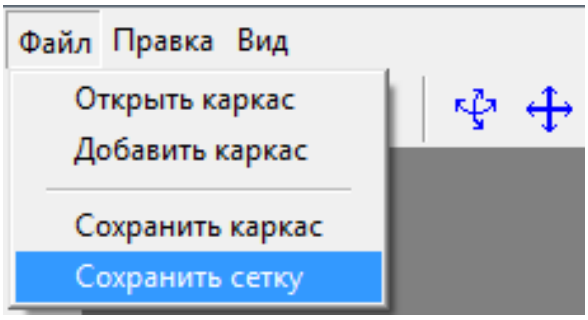
Рисунок 4.67 – Инструмент «Сетка» -> «Контакты» -> Окно «Общие грани» -> «На выбранных» - отображение контактов только на выбранных блоках с списке «Блоки»

4.5.11. Сохранение расчетной сетки

Завершающим действием является сохранение в отдельные файлы каркаса здания и настроек сетки, Рисунок 4.68а (файл с расширением *.sgb помещается в корень папки текущего проекта), и самой сетки, Рисунок 4.68б (файл с расширением *.out помещается в подпапку OFP папки текущего проекта).



а)



б)

Рисунок 4.68 – Сохранение каркаса здания и расчетной сетки

Отметим, что если сетка сохранена (и не предполагаются изменения), то в новом сеансе работы с данным проектом сетка будет доступна модулю «Расчет ОФП», хотя в модуле «Построение здания» она не будет визуализироваться. Чтобы отобразить сетку, нужно заново перестроить сетку (нажать кнопки «Построить сетку», «Контакты»).

4.6. Создание геометрии здания (расчетной области для моделирования эвакуации)

На основе каркаса здания строится геометрия здания, которая является связанным структурированным представлением объемов здания и расчетной областью для моделирования эвакуации, так же используется как 3D-модель здания для визуализации.

Условие выполнения операции: создан каркас здания, включающий все существенные для эвакуации элементы здания (п.4.4), файл с расширением *.sgb.

Окно построения геометрии здания вызывается нажатием кнопки «Здание» (6, Рисунок 4.55).

4.6.7. Элемент «Здание»

Если процесс построения каркаса сопровождался частичным (или полным) восстановлением элементов каркаса в структуре геометрии здания (то есть при построении элементов каркаса опция «Определять в здании» была активна), тогда работа с инструментом «Здание» уже осуществлялась, и существует элемент «Здание» с каким-то набор своих составляющих. На данном этапе требуется завершение создания геометрии в соответствии с правилами, изложенными ниже.

Если построение каркаса обошлось без создания геометрии здания, тогда требуется **создать «Здание»** в окне «Здание»:

(1) в меню «Файл» окна «Здание» выбрать пункт «Новый…» (Рисунок 4.69), в результате появится в окне «Здание» элемент «Здание» (Рисунок 4.70).

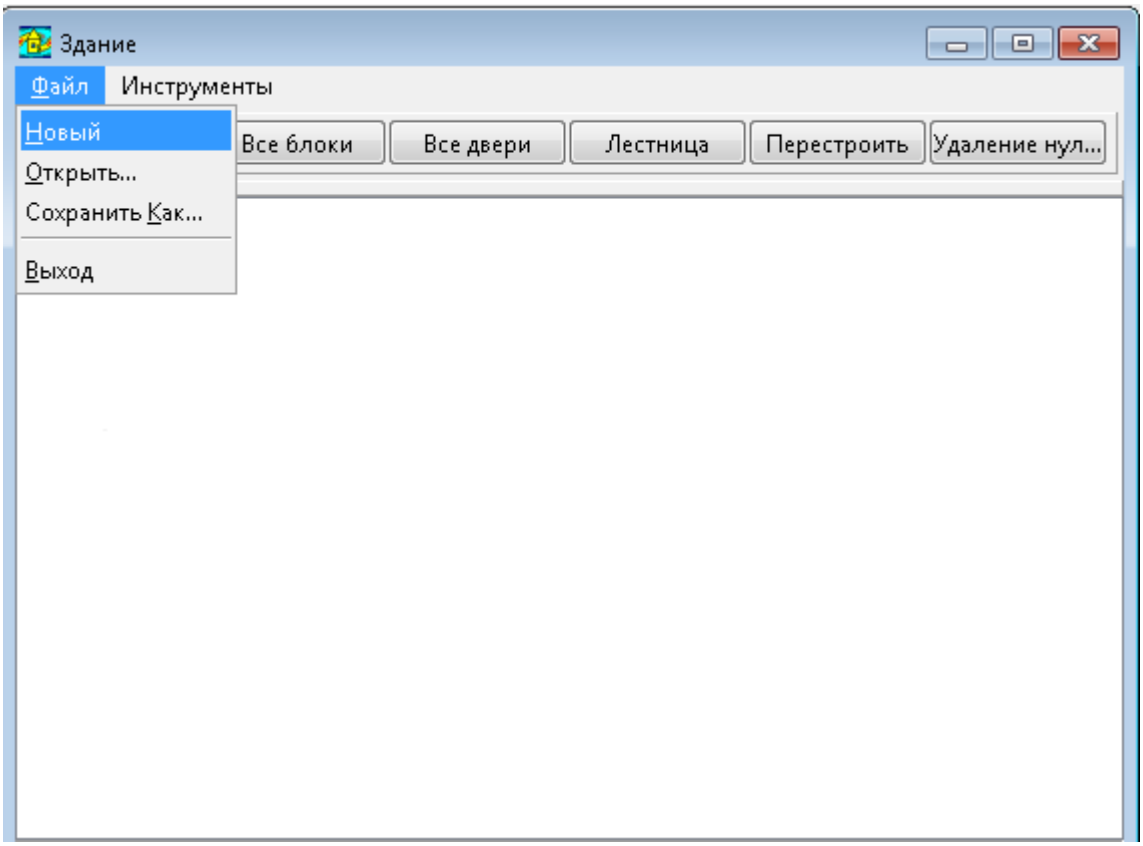


Рисунок 4.69 – Создание нового элемента «Здание» (проекта). Инструмент «Здание»

В нижней части рабочего окна *«Здание»* расположен *инспектор свойств* выделенного элемента здания, он имеет поля:

- имя (может быть изменено),
- тип (по умолчанию=4 и не подлежит изменению, Таблица 4.4),
- уникальный идентификационный номер (ID – не подлежит изменению),
- опции для смещения здания по осям X, Y, Z.

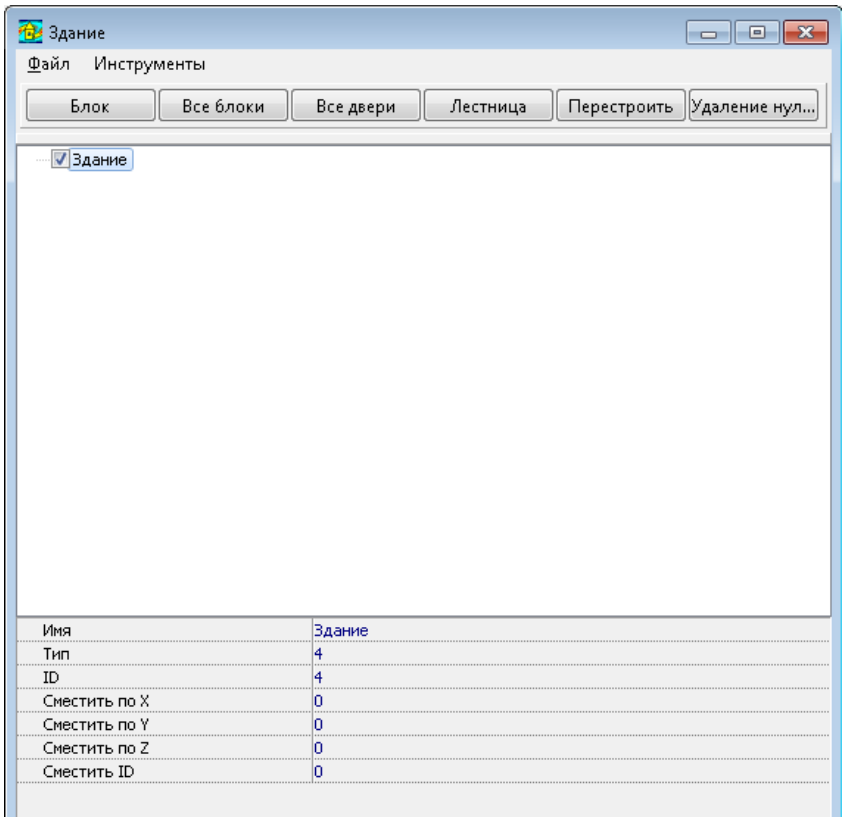


Рисунок 4.70 – Элемент «Здание» и инспектор свойств здания.

Инструмент «Здание»

Здание состоит из этажей и лестниц. Этаж состоит из помещений и проемов (п. 4.6.8). Помещение состоит ТОЛЬКО из блоков (п. 4.6.9). Лестница состоят из площадок, маршей, проемов, связывающих площадки и марши, блока лестничной клетки (который выполняет лишь визуальную роль).

Элементы здания имеют **типы.** Правильное использование типов **очень важно** для корректного выполнения расчета эвакуации и формирования отчетов. В Таблице 4.4 приведен список типов элементов здания и случаи их использования.

Таблица 4.4– Список типов элементов здания и случаи их использования

Элемент	**Значение типа**	**Пояснения**
Здание	4	по умолчании, изменению не подлежит
Этаж	0	по умолчанию, изменению не подлежит
Помещение	0	помещение (по умолчанию)
	1	коридор
	2	помещение, где очаг пожара
	3	коридор, где очаг пожара
	4	трибуна
	5	змейка
Часть помещения (блок)	0	по умолчанию
	2	если блок малых размеров и является составляющей частью большого коридора (помещение с типом 1), но не является существенным элементом эвакуационного пути, упоминание которого в отчете можно упустить
Проем	0	дверь между помещениями (по умолчанию)
	1	окно
	2	 соединение двух «Блоков» без дверного проема
	3	выход наружу из здания
Группа проемов	0	объединяются проемы, образующие двустворчатые двери
	1	объединяются разнородные проемы
Лестница	0	по умолчанию, если лестница предполагает движение вниз в ходе эвакуации из здания

	1	если лестница предполагает движение вверх в ходе эвакуации из здания
Марш лестничный	0	по умолчанию, если марш может быть автоматически отнесен к этажу (принцип неналожения горизонтальных проекций элементов лестницы, отнесенных к одному этажу + имеется непрерывная связь элементов лестницы с этажом – через проемы)
	N	N, целое число > 0 – номер этажа к которому, должен быть отнесен марш, если автоматическая процедура не может быть применена или работает неверно (например, относительно рассматриваемого сценария или элементы лестницы не имеют прямой связи с этажом)
Площадка лестничная	0	по умолчанию, если площадка может быть автоматически отнесена к этажу (принцип неналожения горизонтальных проекций элементов лестницы, отнесенных к одному этажу + имеется непрерывная связь элементов лестницы с этажом – через проемы)
	N	N, целое число > 0 – номер этажа к которому, должна быть отнесена площадка, если автоматическая процедура не может быть применена или работает неверно (например, относительно рассматриваемого сценария или элементы лестницы не имеют прямой связи с этажом)

Правильное задание типов элементов здания является **ВАЖНЫМ!** Тип задается неотрицательным целым числом.

ВАЖНО! Геометрия здания имеет иерархию элементов, отображаемую в окне «Здание», ее важно соблюдать, Таблица 4.5.

Таблица 4.5 – Иерархия элементов здания

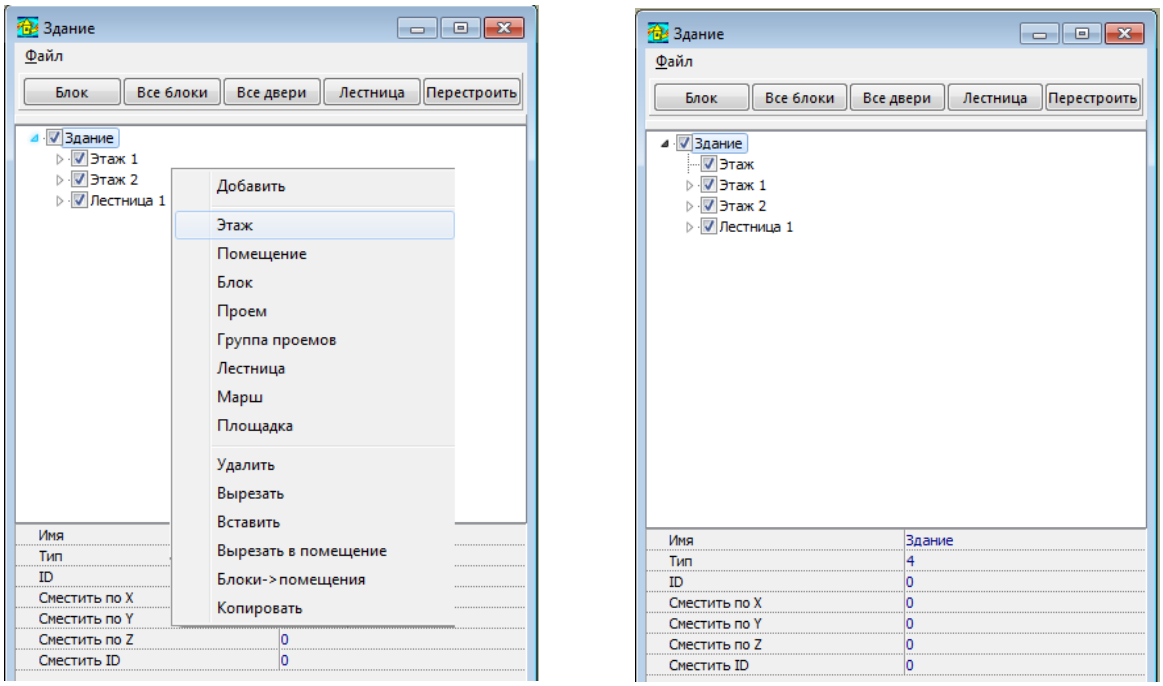
Н.п.	Элемент	Составляющие
1.	Здание	Этажи и Лестницы
2.	Этаж	Помещения, проемы, группы проемов
3.	Помещение	Блоки
4	Лестница	Площадки, марши, проемы, связывающие площадки и марши, блок лестничной клетки (который выполняет лишь визуальную роль)

4.6.8. Элемент «Этаж»

Любое здание должно иметь хотя бы один этаж!

Добавление **этажа** в здание:

(1) выделяем мышкой элемент «Здание», нажимаем правую кнопку мыши и из выпавшего списка в разделе «Добавить» выбираем «Этаж» (Рисунок 4.71 а), после этого в окне «Здание» появляется элемент «Этаж» (Рисунок 4.71 б).



а) б)

Рисунок 4.71 – Формирование этажа, ввод номера. Инструмент «Здание»

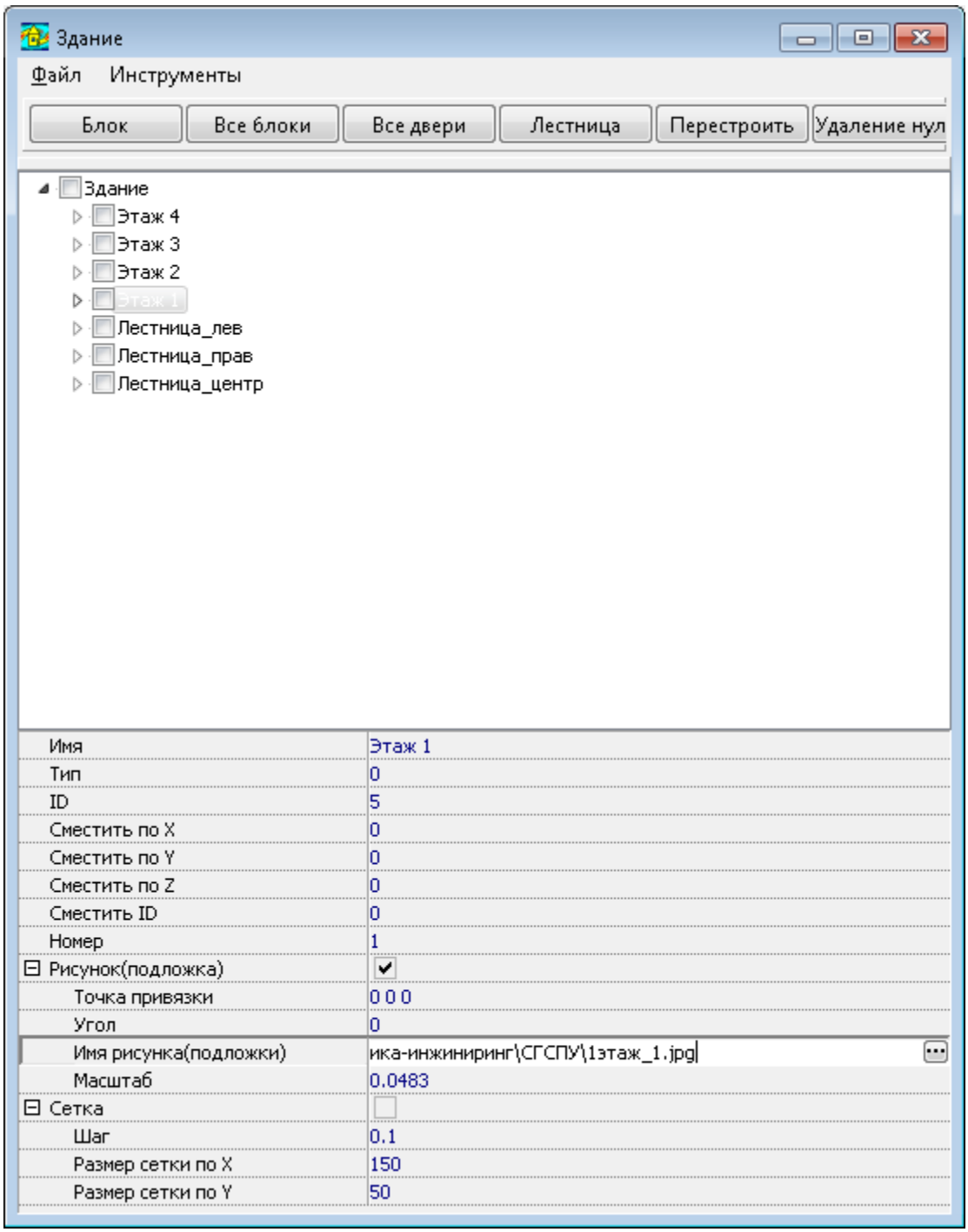


Рисунок 4.72 – Инспектор свойств этажа. Инструмент «Здание»

В *инспекторе свойств* *<u>этажа</u>* определены поля:

- имя (может быть изменено при необходимости),
- тип (по умолчанию тип=0, случаи изменения см. в Таблице 4.4, *тип помещения важен* для корректного формирования отчетов по начальным данным (геометрическим характеристикам путей эвакуации) и результатам расчетов),
- порядковый номер (ID – задается автоматически, изменению не подлежит!),

- опции для смещения этажа по осям X, Y, Z (используются, если нужно сделать полную копию этажа со смещением, как правило, по высоте, для этого копируется этаж, вставляется в Здание, в поле «Сместить по Z» указывается величина смещение по соответствующей координате относительно этажа-оригинала, далее нажать кнопку «Перестроить»),

- Номер (**Важно!** Каждому созданному этажу обязательно присваивается номер в инспекторе свойств этажа в поле «Номер», Рисунок 4.72. Номер этажа – положительная величина, нумерация этажей идет снизу вверх. Если «Номер»=0, то при создании сценария эвакуации и расчете эвакуации будет возникать ошибка! Необходимо учитывать при нумерации этажей особенности устройства лестниц, см. пп. 4.6.11.3-4.6.11.4),

- Рисунок (подложка) (если опция активна, то визуализируется указанный в поле «Имя рисунка (подложки)» файл с подложкой, который нужен для построения каркаса, п.4.4.2.3):

  - Точка привязки (координата в формате X Y Z точки привязки подложки, а также отметки пола этажа, координата Z),
  - Угол (по умолчанию =0, можно изменять, если требуется повернуть подложку относительно координат X и Y),
  - Имя рисунка (подложки) (указывается путь к файлу с подложкой),
  - Масштаб (указывается масштаб подложки, процедура задания описана в п. 4.4.2.4),

- Сетка (если опция активна, то визуализируется сетка заданных размеров, эта сетка используется только при построении элементов каркаса в интерактивном режиме):

  - Шаг, [м] (задает дискретизацию сетки, которая определяет точность построения элементов каркаса),
  - Размер сетки по X, [м] (задается область, покрываемая сеткой, в рамках заданных размеров шаг сетки оказывает влияние на точность построения каркаса).

- Размер сетки по Y, [м] (задается область, покрываемая сеткой, в рамках заданных размеров шаг сетки оказывает влияние на точность построения каркаса).

Этаж состоит из помещений и проемов (которые могут иметь типы, приведенные в Таблице 4.4).

ГЛАВНЫЙ принцип включения элементов в один этаж – горизонтальные проекции всех элементов этажа не должны пересекаться. Все соседние объемы должны быть пристыкованы вплотную друг к другу, если предполагается движение людей через границы этих объемов. Элементы этажа не обязательно совпадают по нижней отметке!

4.6.9. Элементы «Блок», «Помещение»

Этаж должен иметь как минимум одно помещение. Помещения, в свою очередь, могут состоять из одного и более блоков (других элементов помещение содержать не может!).

Блоки могут быть добавлены на этаж при использовании интерактивного режима построения каркаса, п.4.4.2.

Важно! Все блоки, находящиеся на этаже должны быть размещены в помещениях (поскольку геометрической единицей этажа является помещение, которое может состоять из одного и более блоков). Процедура размещения блоков в помещениях приводится ниже.

Если блоков нет на этажах в списке «Здание» (например, каркас здания создавался с *использованием примитивов по заданным геометрическим характеристикам* (п.4.4.1), или была отключена опция «Определять в здание» в интерактивном режиме, п.4.4.2), необходимо по блокам каркаса определить блоки на этажах в геометрии здания.

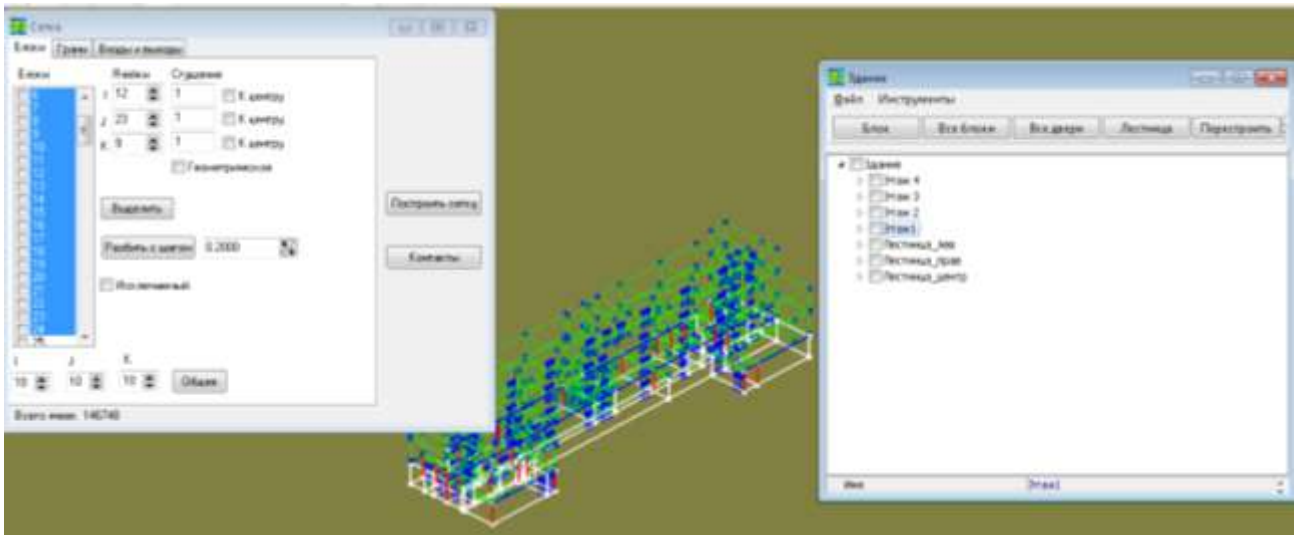


Рисунок 4.73 – Выделение блоков в каркасе с использованием инструмента «Сетка» -> «Блоки» и этажа в окне «Здание»

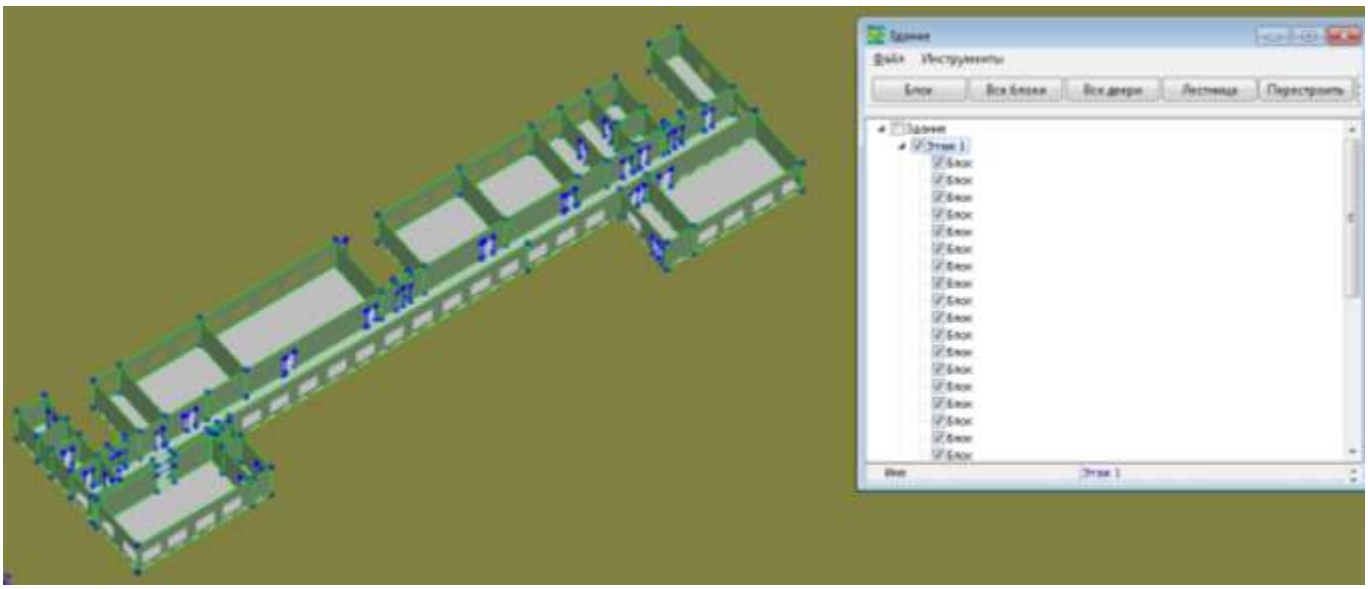


Рисунок 4.74 – Отображение блоков геометрии при добавлении на этаж в геометрию здания, окно «Здание»

Способы **задания (определения) блоков** на этажах геометрии здания в окне в «Здание» по каркасу:

(1) *группой*: выделяем в основном рабочем окне блоки каркаса (можно, например, с использованием инструмента «Сетка» или «Группировка»), относящиеся к одному этажу, выделяем соответствующий этаж в списке «Здание» (левой клавишей мыши), нажимаем кнопки «Все блоки» и

«Перестроить» (Рисунок 4.73), в результате на «Этаже1» появится список блоков, а в основном рабочем окне отобразится область, занимаемая ими, Рисунок 4.74, характеристики появившихся блоков в инспекторе свойств определятся автоматически;

(2) *одиночно*: выделяем необходимый блок в каркасе (например, многократным нажатием мыши при нажатой левой клавише в вершину блока, или через инструмент «Сетка» -> «Блоки», находим в списке нужный блок, он выделится в рабочем окне), добавляем блок на этаж (выделить нужный этаж в списке «Здание», нажать правую клавишу мыши, в открывшемся списке выбрать «Блок», Рисунок 4.75), выделить блок, появившийся на этаже, нажать кнопки «Блок» и «Перестроить», в результате на «Этаже1» появится блок, а в основном рабочем окне отобразится область, занимаемая им, Рисунок 4.76, характеристики появившихся блоков в инспекторе свойств определятся автоматически.

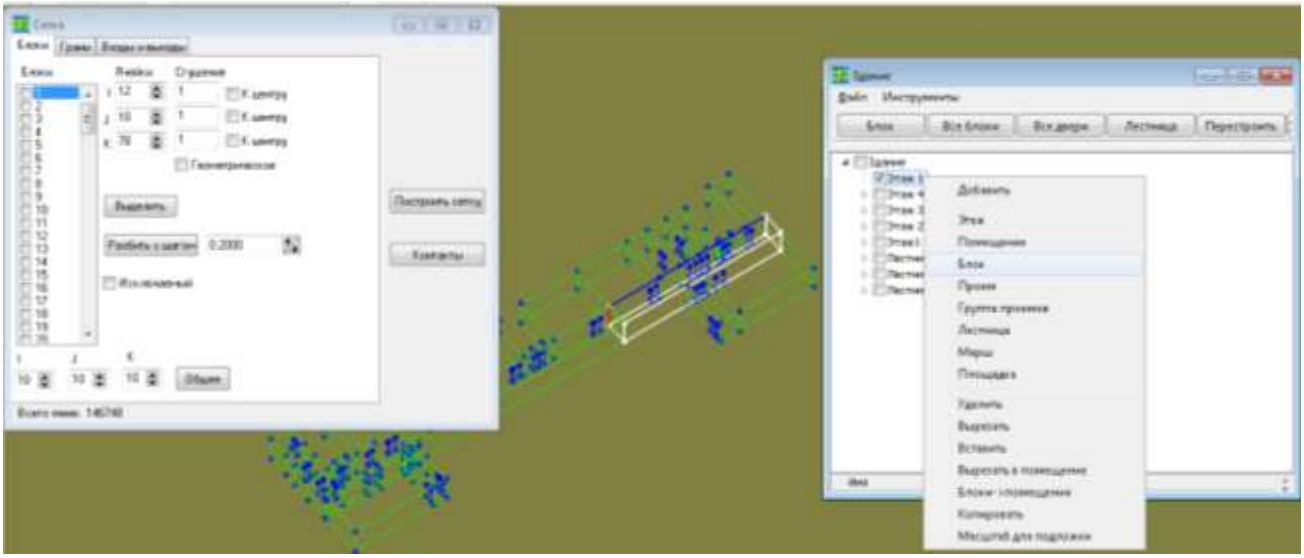


Рисунок 4.75 – Выделение блока в каркасе с использованием инструмента «Сетка» -> «Блоки» и добавление блока на этаж в окне «Здание»

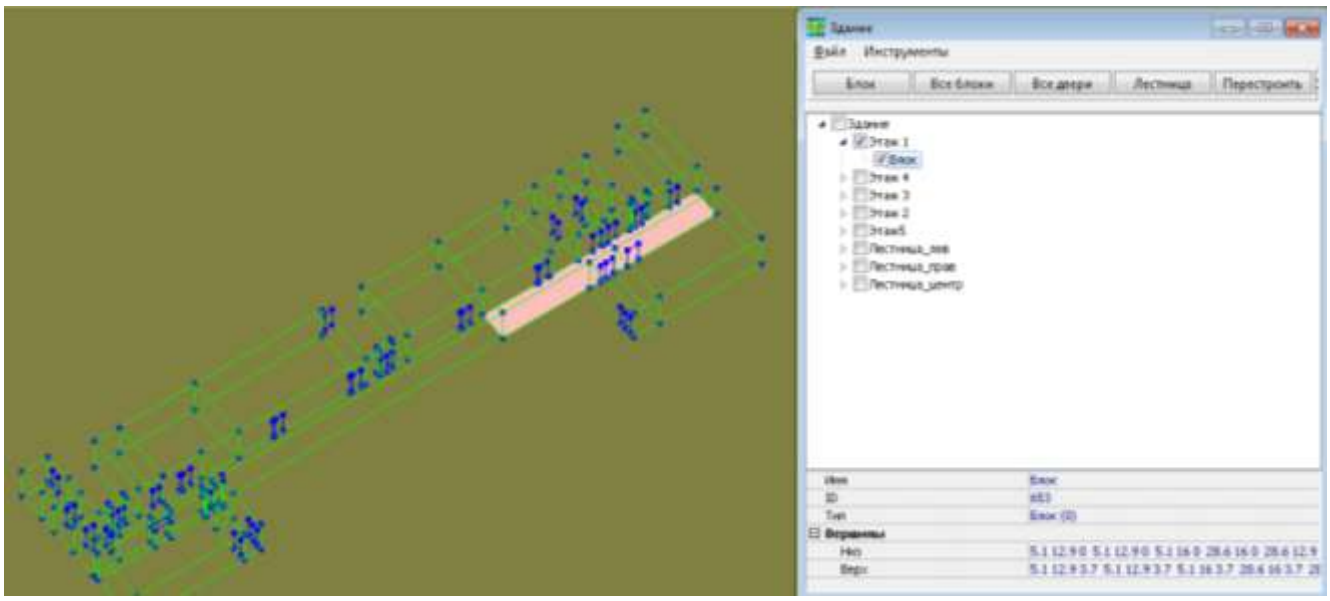
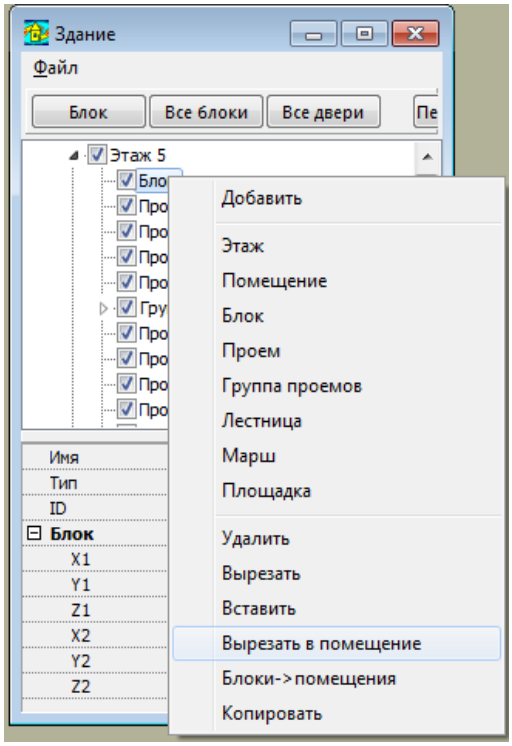
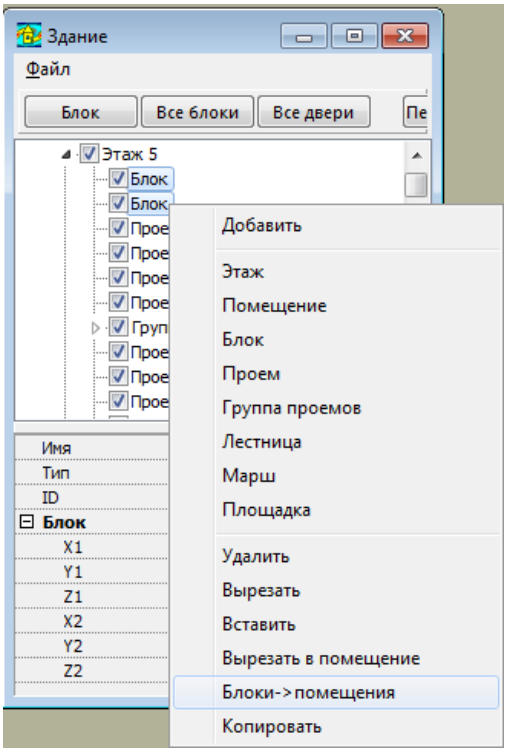


Рисунок 4.76 – Отображение блока геометрии при добавлении на этаж геометрии здания в окне «Здание», инспектор свойств блока



а)



б)

Рисунок 4.77 – Вставка блока(ов) в помещение, инструмент «Здание»

Инспектор свойств *<u>блока</u>* имеет поля (Рисунок 4.76):

- имя (может быть изменено при необходимости),

- тип (по умолчанию тип=0, случаи изменения см. в Таблице 4.4, *тип блока важен* при формировании отчетов по начальным данным (геометрическим характеристикам путей эвакуации) и результатам расчетов),

- порядковый номер (ID – задается автоматически, изменению не подлежит!),

- геометрические характеристики (координаты четырех нижних вершин и четырех верхних вершин блока, при необходимости координаты могут быть изменены вручную, в этом случае будет расхождение с соответствующим элементом каркаса, это допустимо).

Вставить **блоки в помещения** можно следующими способами:

(1) чтобы поместить один или несколько блоков в одно помещение, этот блок или блоки выделяются (с помощью мыши при удержании клавиши «Ctrl»), правой кнопкой мыши вызывается выпадающий список, далее выбирается пункт «Вырезать в помещение», Рисунок 4.77 а). В результате блок(и) оказывается вставленным в один элемент «Помещение»;

(2) чтобы поместить сразу несколько блоков каждый в «свое» помещение, такие блоки выделяются в списке с помощью мыши при удержании клавиши «Ctrl», правой кнопкой мыши вызывается выпадающий список, далее выбирается пункт «Блоки -> помещения», Рисунок 4.77 б). В результате все выделенные блоки оказываются вставленными в отдельные элементы «Помещение»..

Инспектор свойств <u>*помещения*</u> имеет поля:

- имя (может быть изменено при необходимости),

- тип (по умолчанию тип=0, случаи изменения см. в Таблице 4.4, *тип помещения важен* для корректного формирования отчетов по начальным данным (геометрическим характеристикам путей эвакуации) и результатам расчетов),

- порядковый номер (ID – задается автоматически, изменению не подлежит!),

- опции для смещения помещения по осям X, Y, Z,

- Пожарная нагрузка» и «Масса» (не используются в настоящий момент),

- Размер, [м] (**Важно!** используется для задания критического значения длины оптической видимости ***l*** в помещении. Для помещений, состоящих из одного блока,

по умолчанию величина ***l*** принимается равной длине самого длинного ребра блока или 20 м, если длина такого ребра превышает 20 м, для помещений, состоящих из нескольких блоков, по умолчанию величина ***l*** принимается равной 20 м, состоянию по умолчанию соответствует «Размер = 0»).

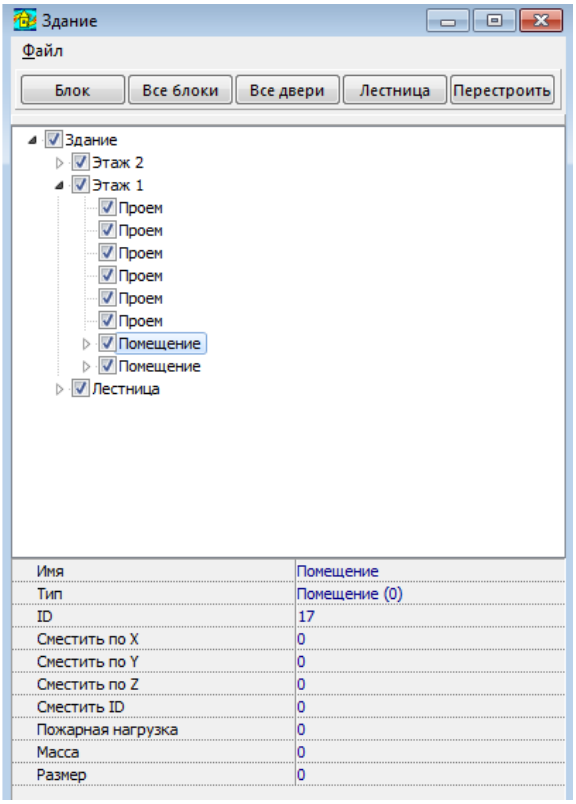


Рисунок 4.78 – Инспектор свойств элемента «Помещение».

Если ошибочно блоки оказались вне нужного этажа, для перемещения таких блоков выделяем их левой кнопкой мыши с одновременным удержанием клавиши Ctrl и вызываем нажатием правой клавиши мыши список действий, в котором выбираем пункт «Вырезать». Далее выбираем (выделяем левой клавишей мыши) нужный этаж, правой кнопкой мыши вызываем список действий и выбираем «Вставить».

4.6.10. Элемент «Проем»

Элементами связывающими блоки этажа между собой являются проемы. Так же проемы связывают элементы лестницы (марши и площадки).

ВАЖНО! Проем может связывать только ДВА блока!

Проемы бывают 4-х типов:

- 0 – внутренний дверной проем;
- 1 – оконный проем;
- 2 – проем без дверей;
- 3 – дверной проем наружу из здания (выход).

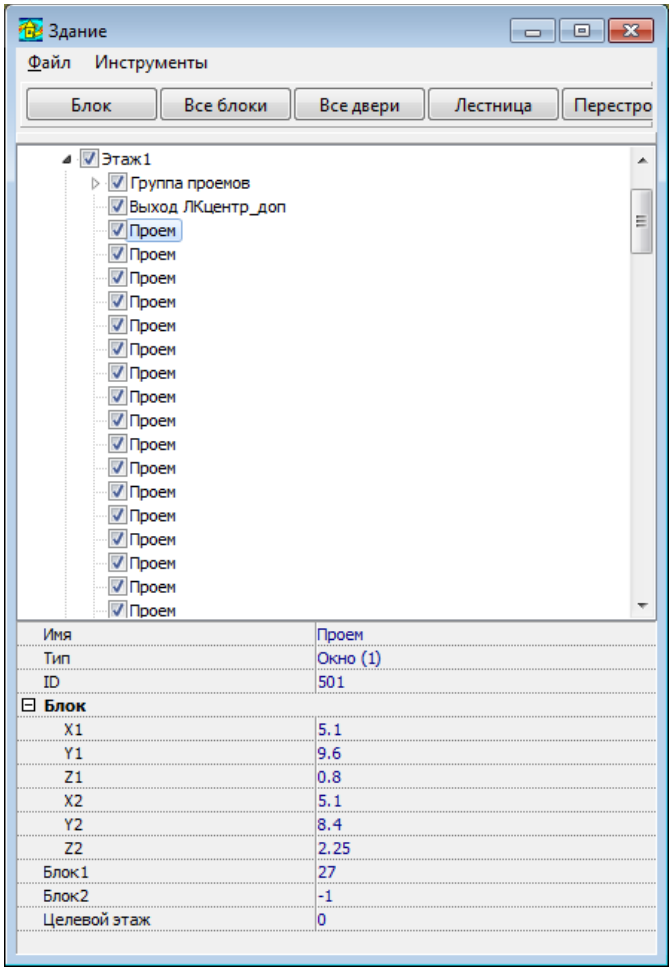


Рисунок 4.79 – Окно «Здание», список проемов на этаже, инспектор свойств проемов.

Если проемы были добавлены на этажи в «Здание» при построении каркаса *в интерактивном режиме,* п.4.4.2, как правило, их свойства корректно определяются автоматически. Но по умолчанию все проемы имеют одинаковый тип - дверь между

помещениями (0). Для дверей–«выходов из здания», нужно через инспектор свойств сменить тип на правильный - дверной проем наружу из здания (выход) (3).

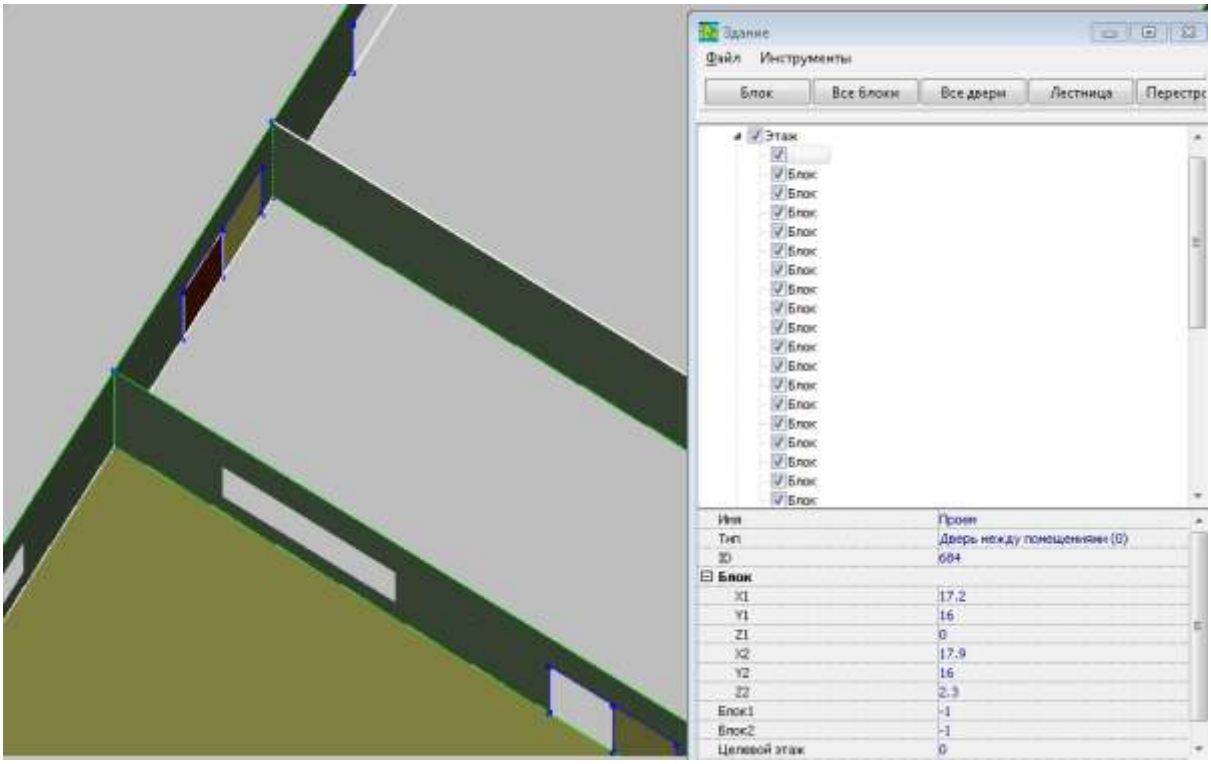


Рисунок 4.80 – Визуальное отображение проема, определенного с ОШИБКОЙ – неправильно определены связи проема в инспекторе свойств («Блок1» и «Блок2»). Инструмент «Здание»

Визуально корректность задания *проема* в геометрии здания можно определить так:

(1) в изображении здания проем отображен приоткрытой дверью, Рисунок 4.81 (тип=0 – коричневого цвета,
тип=3 – синего цвета,
тип=2 – прозрачный *без открывания*),
на Рисунок 4.80 приведено изображение проема, определенного с ошибкой (в инспекторе свойств не корректно заданы номера блоков, которые связывает проем) – дверь находится в закрытом состоянии,

(2) при наведении на полотно двери (проема) в рабочем окне в окне «Здание» соответствующий проем в списке выделяется цветом, обозначаются связи проема красными линиями, указывающими на центры блоков, которые связывает проем (Рисунок 4.81).

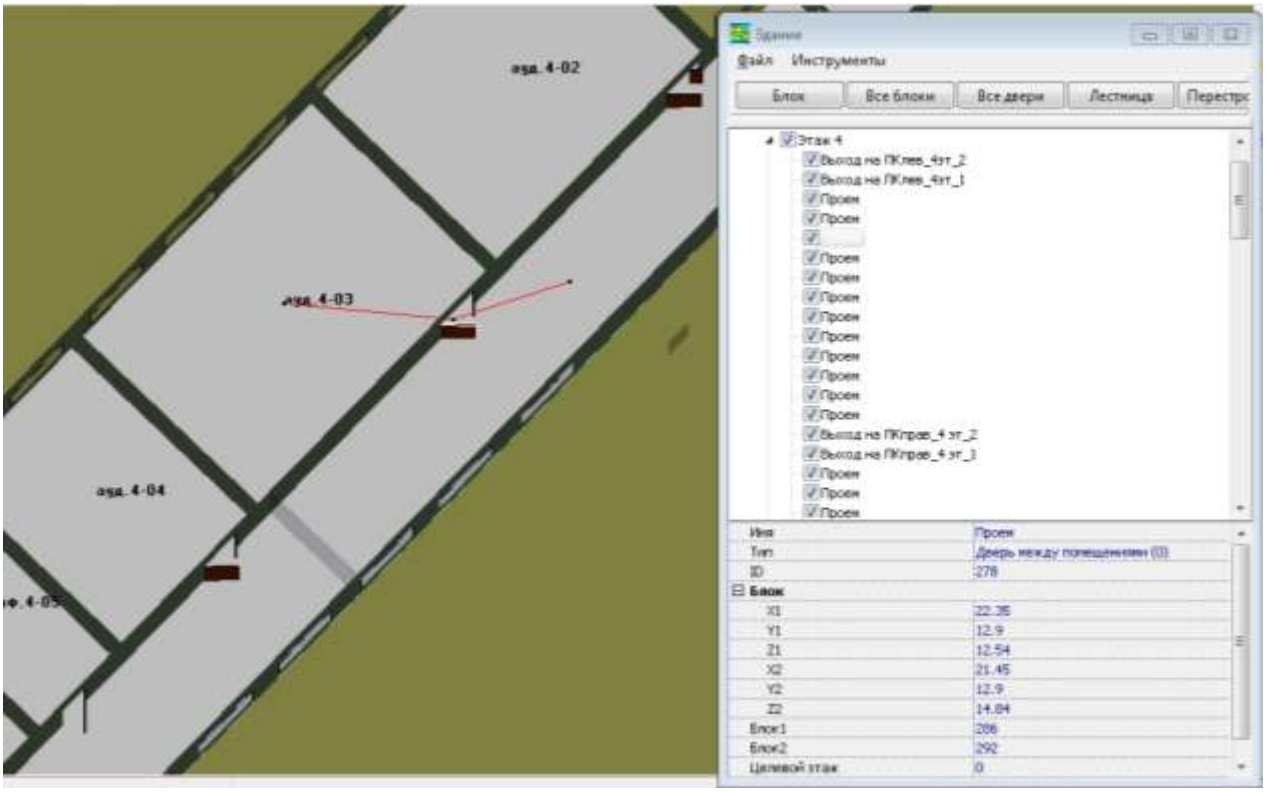


Рисунок 4.81 – Визуальное отображение корректно определенного проема, имеющего тип=0, выделение проема в списке элементов этажа в окне «Здание»

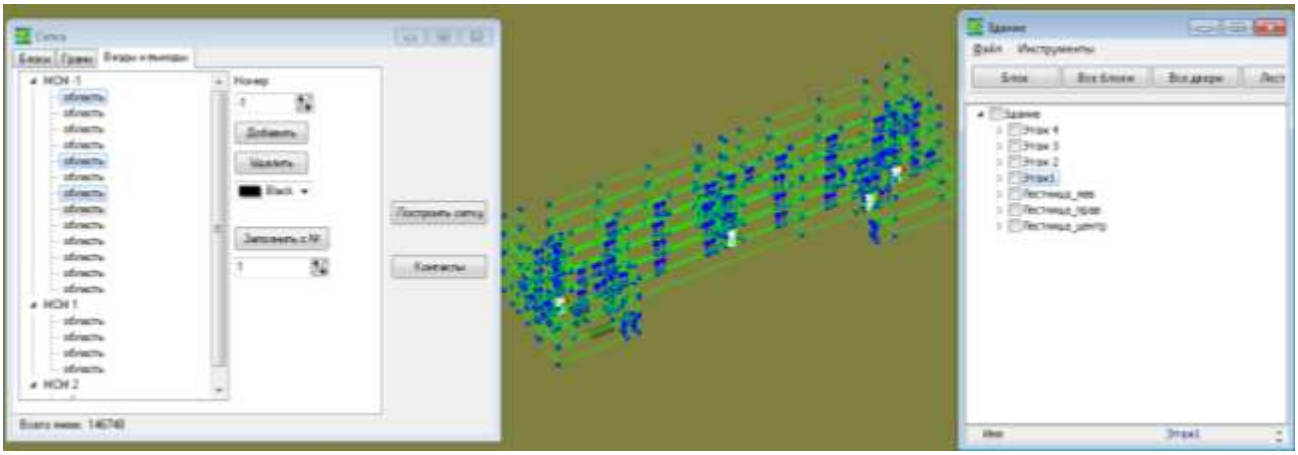


Рисунок 4.82 – Формирование проемов из зон каркаса. Инструмент «Здание»

Если проемы отсутствуют на этаже(ах) в списке «Здание» (например, каркас здания создавался с *использованием примитивов по заданным геометрическим характеристикам* (п.4.4.1), или была отключена опция «Определять в здание» в интерактивном режиме, п.4.4.2), необходимо по проемам каркаса определить проемы на этажах «Здания».

Способы **задания (определения) проемов** на этажах в «Здании»:

(1) *группой* - выделяем проемы, которые вошли в список «Входы и выходы» инструмента «Сетка» и относятся к данному этажу, выделяем этаж в списке «Здание» (левой клавишей мыши), в окне «Здание» нажимаем кнопки «Все двери», Рисунок 4.82, «Перестроить», в результате в списке на этаже появятся проемы (Рисунок 4.81), их характеристики будут определены в инспекторе свойств, проемы визуализируются в рабочем окне, при наведении на проем красными линиями будут указаны связи проема;

(2) *по одному* на основе проема из каркаса – выделяем в каркасе проем, добавляем проем на нужный этаж в окне «Здание» (выделяем левой клавишей мыши этаж, нажимаем правую клавишу мыши и в выпавшем списке выбираем «Проем»), Рисунок 4.83, задаем нужный тип проему в инспекторе свойств, Рисунок 4.79, нажимаем кнопки «Блок», «Перестроить», в результате характеристики проема будут определены в инспекторе свойств, проем визуализируется в основ рабочем окне, красными линиями будут указаны связи проема (Рисунок 4.81);

(3) *по одному* на основе грани блока каркаса (используется, когда необходимо связать блоки, составляющие одно помещение, или, когда два помещения (блока) не разделяются дверным проемом) - выделяем две вершины по диагонали (с удержанием клавиши «Ctrl») нужной грани в каркасе или полностью грань блока каркаса в основном рабочем окне (нужную грань блока можно выделить через инструмент «Сетка», закладка «Грани», найдя ее в списке граней), Рисунок 4.84, добавляем проем на нужный этаж в окне «Здание» (выделяем левой клавишей мыши этаж, нажимаем правую клавишу мыши и в выпавшем списке выбираем «Проем»), Рисунок 4.83, задаем нужный тип проему (2 - проем без дверей) в инспекторе свойств, нажимаем кнопки «Блок», «Перестроить»; в результате характеристики проема будут определены в инспекторе свойств, проем визуализируется в основ рабочем окне, красными линиями будут указаны связи проема. Рисунок 4.85;

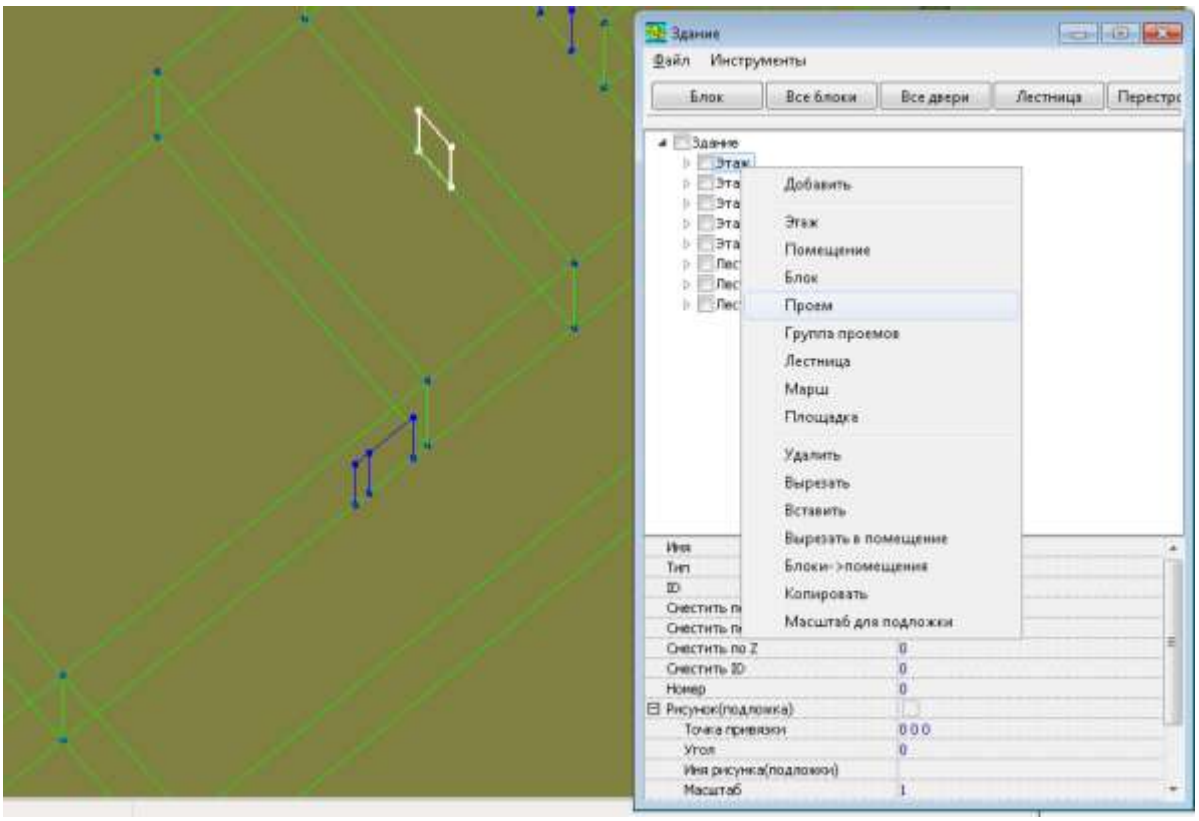


Рисунок 4.83 – Добавление одиночного проема на этаж в геометрии здания по элементу каркаса. Инструмент «Здание»

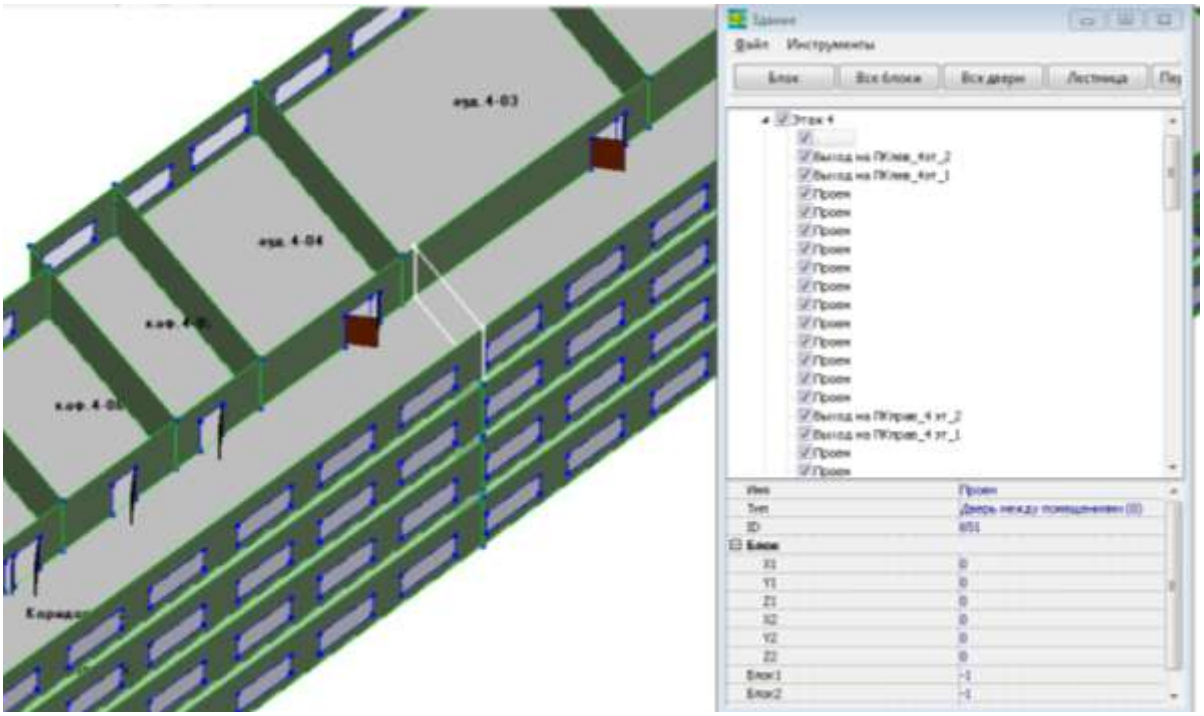


Рисунок 4.84 – Формирование проемов из грани блока каркаса. Выделены грань в каркасе и добавленный проем на этаж. Инструмент «Здание»

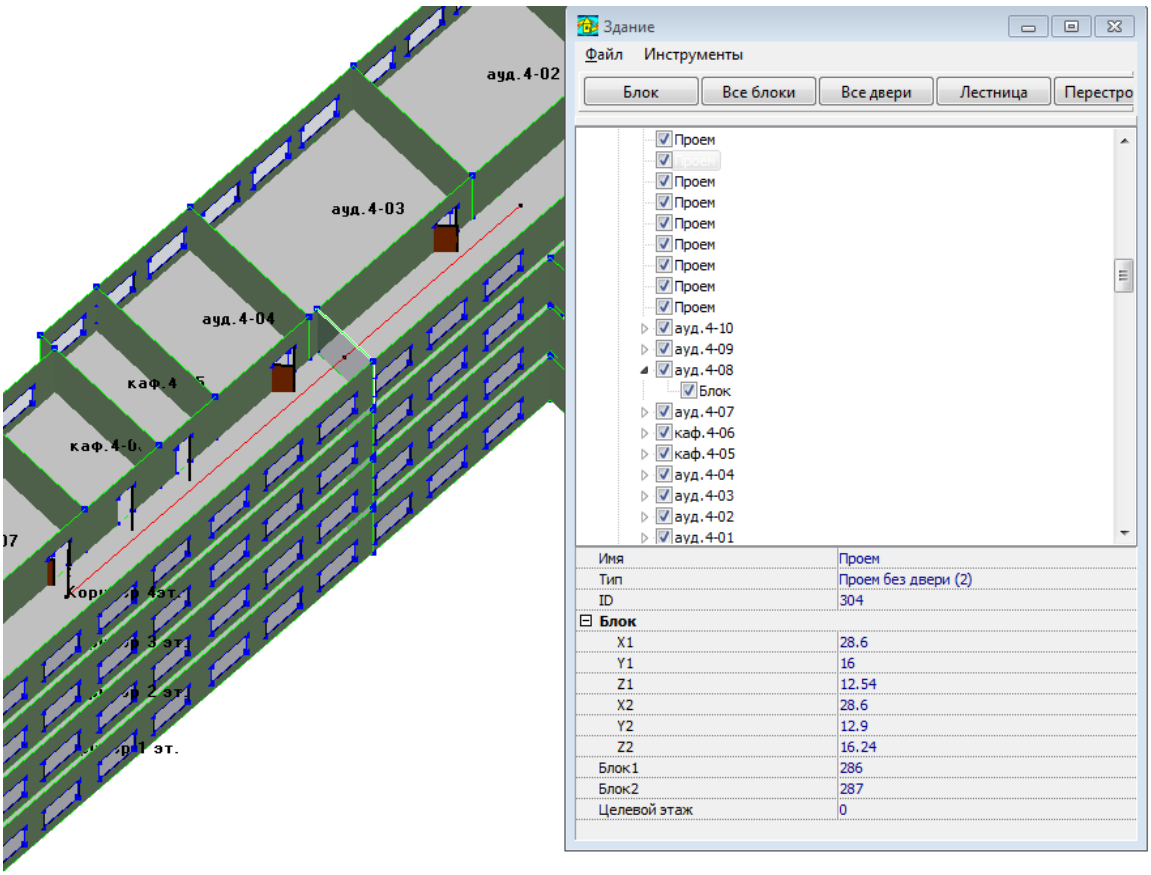


Рисунок 4.85 – Формирование проема из грани блока каркаса, проем определен на этаже и визуализирован в рабочем окне с указанием связей

(4) *автоматически по одному или группой* при связывании нескольких блоков по общим граням - (*) необходимо выделить блоки, которые будут объединены проемами (таких блоков может быть несколько, они могут принадлежать разным помещениям): с удержанием клавиши Ctrl выделить нужные блоки в списке Здание, Рисунок 4.86, или рабочем окне, Рисунок 4.87; (*) по правой клавише мыши вызвать процедуру «Объединить через проемы». В результате выполнения процедуры между всеми выделенными примыкающими друг к другу блоками будут автоматически построены проемы, они будут объединены в Группу проемов с тип=1, Рисунок 4.88, сами проемы будут иметь тип=2, и все иные их свойства будут автоматически определены и указаны в инспекторе свойств. При выделении Группы проемов в списке Здание в рабочем окне проемы выделяются белой рамкой, красными линиями показываются связи проемов.

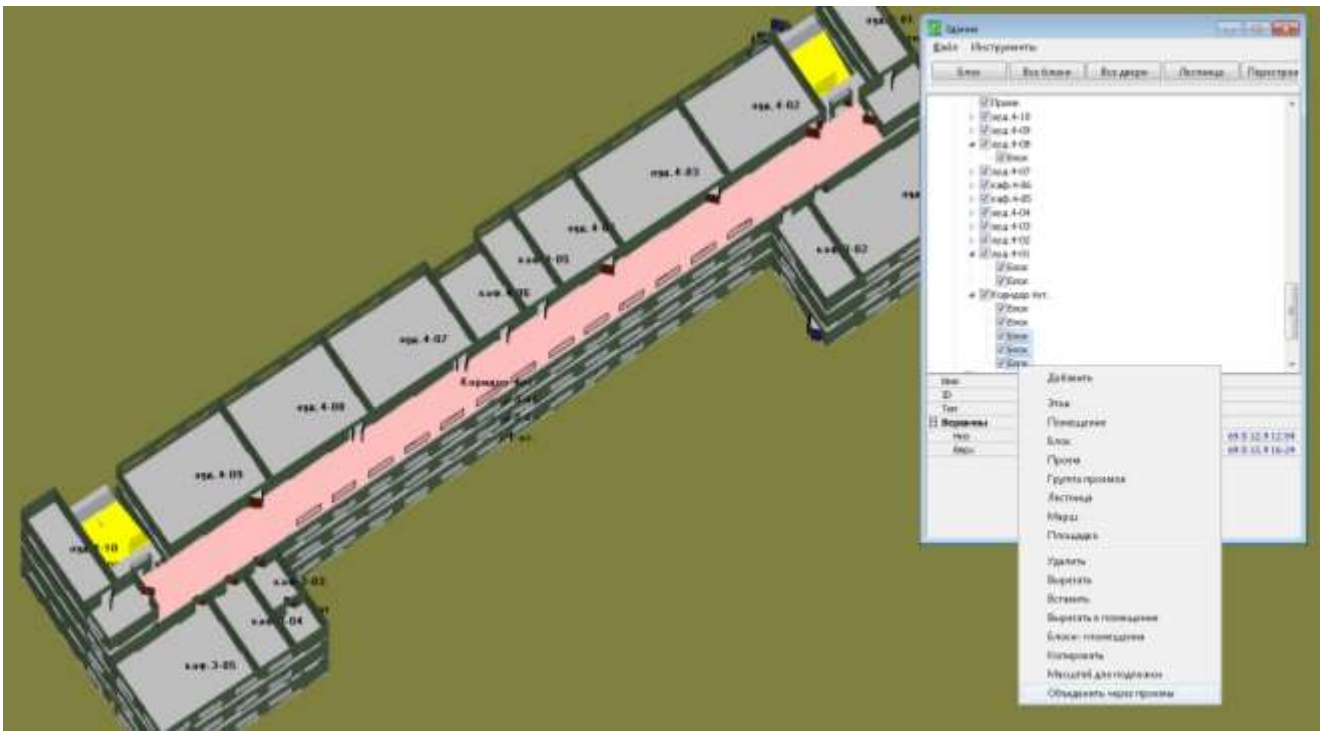


Рисунок 4.86 – Объединение нескольких блоков через проемы с тип=2: выделение нужных блоков в списке Здание, вызов процедуры «Объединить через проемы» по правой клавише мыши

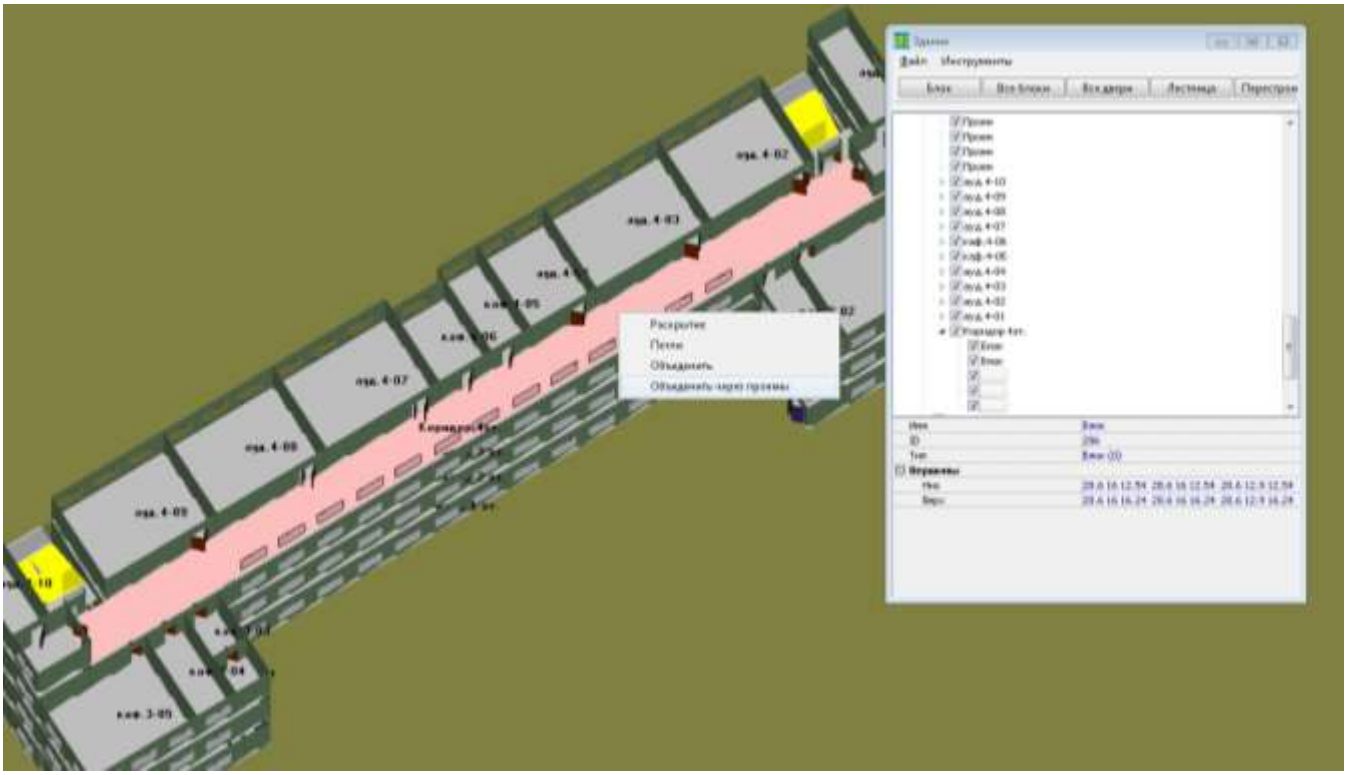


Рисунок 4.87 – Объединение нескольких блоков через проемы с тип=2: выделение нужных блоков в рабочем окне, вызов процедуры «Объединить через проемы» по правой клавише мыши

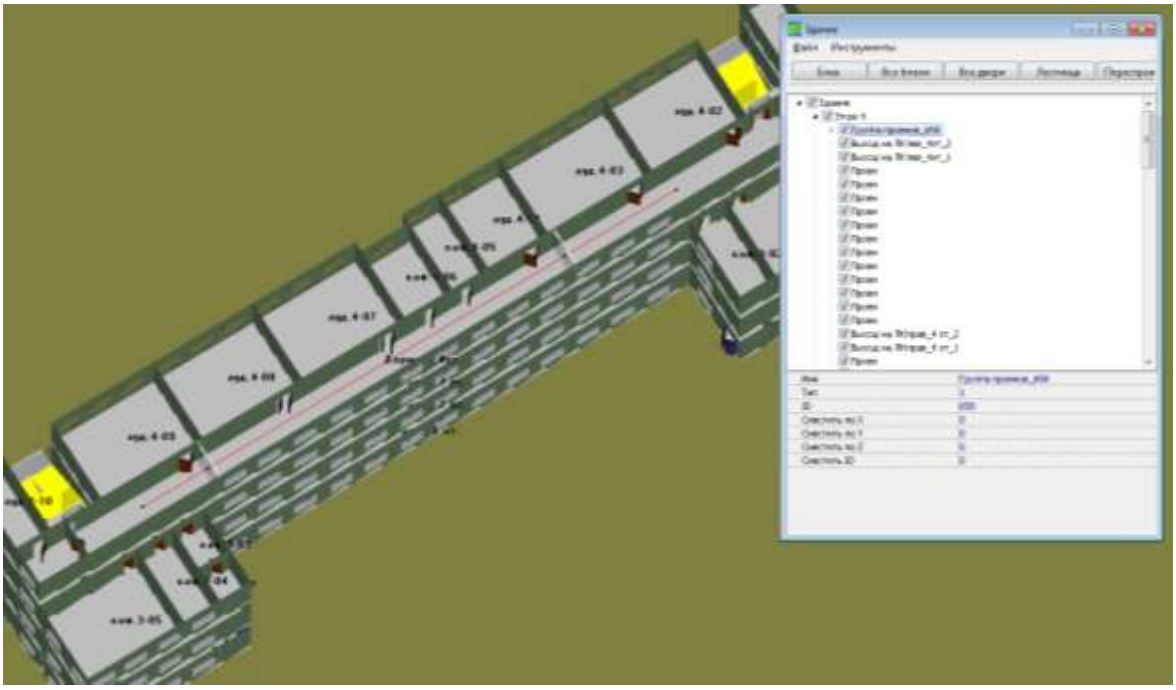


Рисунок 4.88 – Объединение нескольких блоков через проемы с тип=2: результат применения процедуры «Объединить через проемы» - все построенные проемы занесены в Группу проемов с тип=1, проемы выделены в рабочем окне

Если проем присутствует на этаже в «Здании», но его требуется переопределить с помощью проема (или грани) в каркасе, тогда необходимо выделить проем (или грань) в каркасе (двойным нажатием левой клавиши мыши в вершину проема) и выделить проем на этаже «Здания», требующий переопределения (нажатием левой клавиши мыши на соответствующий элемент списка), нажить кнопки «Блок», «Перестроить», в результате будут переопределены геометрические характеристики проема в инспекторе свойств, проем визуализируется в основ рабочем окне, красными линиями будут указаны связи проема.

Инспектор свойств проема имеет следующие поля (Рисунок 4.79):

- имя (может быть изменено при необходимости),

- тип (по умолчанию тип=0, случаи изменения см. в Таблице 4.4, сменив тип проема нужно нажать кнопку «Перестроить», в результате изменится визуальное отображение проема в геометрии здания),

- порядковый номер (ID – задается автоматически, изменению не подлежит!),

- геометрические характеристики (координаты двух диагональных вершин грани, по которой образован проем. При необходимости координаты могут быть изменены вручную (по завершению ввода данных в поле, нажимать клавишу «Enter»), после всех изменений нажать кнопку «Перестроить», в результате изменится визуальное отображение проема, в этом случае будет расхождение с соответствующим элементом каркаса, это допустимо!),

- Блок 1 и Блок 2 (определяют номера блоков, которые связывает проем. Для проемов между помещениями на этаже эти переменные определяются автоматически (и преимущественно правильно). Но если происходила перестройка блоков с удалением старых, то рекомендуется ручная проверка связей (номеров связываемых блоков). Если связи определены неверно, необходимо вручную внести правильные номера блоков в соответствующих полях «Блок 1» и «Блок 2», по завершению ввода данных в поле, нажимать клавишу «Enter», после всех изменений нажать кнопку «Перестроить»),

- Целевой этаж (по умолчанию =0, изменению подлежит при необходимости только у проемов, связывающих элементы лестницы, см п.4.6.11.4).

ВАЖНО! В здании обязательно должны быть проемы-выходы из здания (т.е. расчетная область не должна быть замкнутой). Проемам-выходам из здания необходимо присваивать тип=3! Проем-выход из здания связывает примыкающий к нему блок и внешнюю к зданию среду, поэтому переменная «Блок1» = <ID блока>, «Блок 2» = -1.

ВАЖНО! Для проемов, ведущих на лестничные клетки (такие проемы в обязательном порядке следует размещать на соответствующих этажах здания), связь

рекомендуется проверять: указываются ID блока на этаже и ID лестничной площадки, которые соединяет данный проем.

Важно! Проемы типа 3 должны быть отнесены к этажу здания даже, если такой проем примыкает к элементу лестницы, (в данном случае проем должен связывать элемент лестницы, поэтому в связях указывается его ID, и область за пределами здания, которая помечается маркером «-1»).

Предусмотрена возможность изменить направление открывания дверей и расположение дверных петель (относительно состояния «по умолчанию»). Для этого необходимо выделить дверь (навести мышку на изображение дверного полотна и нажать левую клавишу), затем нажать правую кнопку мыши, в результате откроется окно со списком. Если необходимо изменить направление открывания двери выбирается пункт «Раскрытие», для смены положения петь – «Петли», Рисунок 4.89.

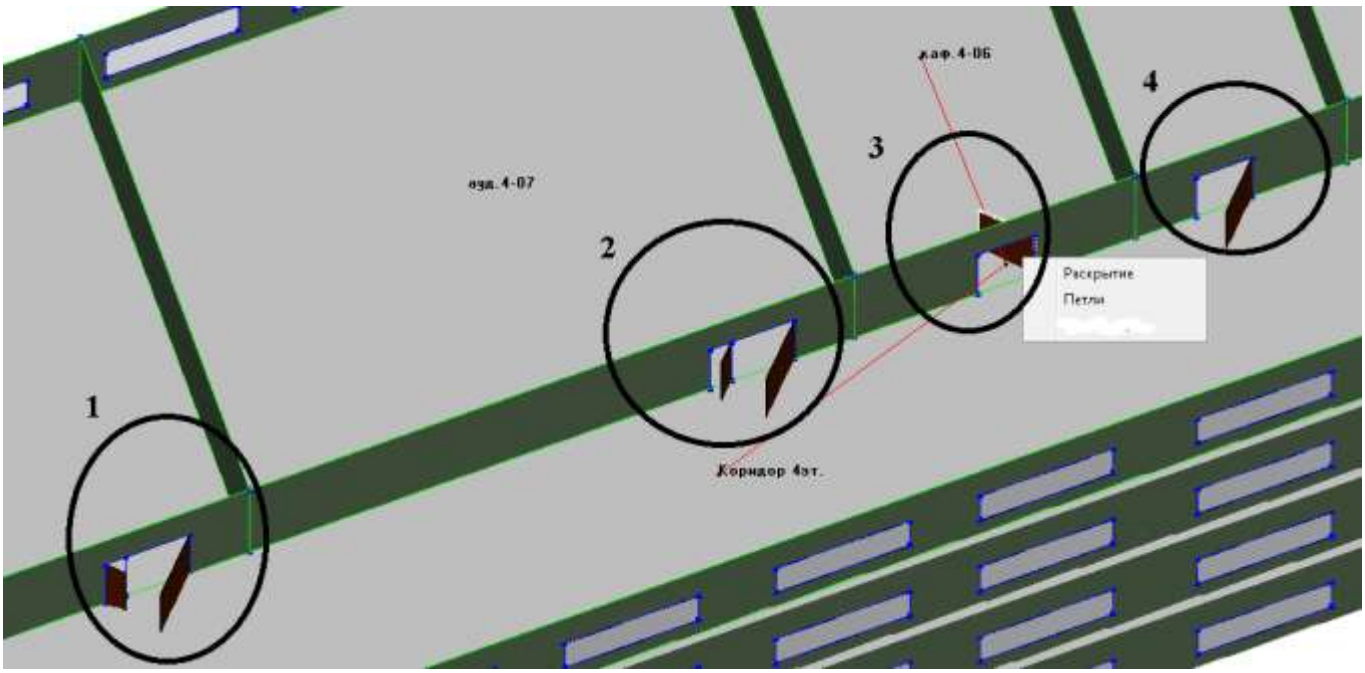


Рисунок 4.89 – Смена расположения петель и направления открывания проемов, имеющих тип=0 и тип=3

ВАЖНО! Если при расчете эвакуации планируется заужать коридоры (помещения, у которых тип=1 или тип=3, см. Таблица 4.4) с учетом дверей,

открываемых в строну коридоров, тогда нужно у всех таких дверей выставить правильные «Петли» и направление открывания. На Рисунок 4.89 представлены различные варианты задания петель и направлений открывания дверей:

1: обе створки двустворчатой двери заданы правильно (открываются в сторону коридора, петли выставлены правильно);

2: большая створка двустворчатой двери задана правильно, у малой нужно сменить «петли»;

3: одностворчатая дверь открывается в сторону помещения (заужение в коридоре для нее построено не будет, чтобы это произошло, нужно сменить направление открывания);

4: одностворчатая дверь открывается в сторону коридора (заужение в коридоре для нее будет построено).

4.6.11. Элемент «Лестница»

Оба режима построения каркаса лестницы (по геометрическим примитивам, п. 4.4.1.3 и интерактивный режим построения каркаса, п. 4.4.7) предусматривают построение стандартной лестницы и автоматическое добавление ее элементов в геометрию здания (список «Здание»). В этом случае следует лишь проверить корректность связей у проемов, задать типы лестницы и ее элементов, п. 4.6.11.4, если они должны быть отличны от «по умолчанию».

Если имеется одна из следующих ситуаций:

(1) лестница нестандартная, и ее каркас создан,

(2) стандартная лестница дополнена элементами (то есть соответствующий каркас построен помощью объемных примитивов, п. 4.4.2, при выключенной опции «Определять в здание»),

такую лестницу необходимо в ручном режиме создать в «Здании» и определить все ее элементы согласно каркасу, или дополнить уже существующую лестницу по построенным элементам каркаса. Данная процедура описана в п. 4.6.11.2.

4.6.11.2. «Ручная» процедура построения лестниц по элементам каркаса

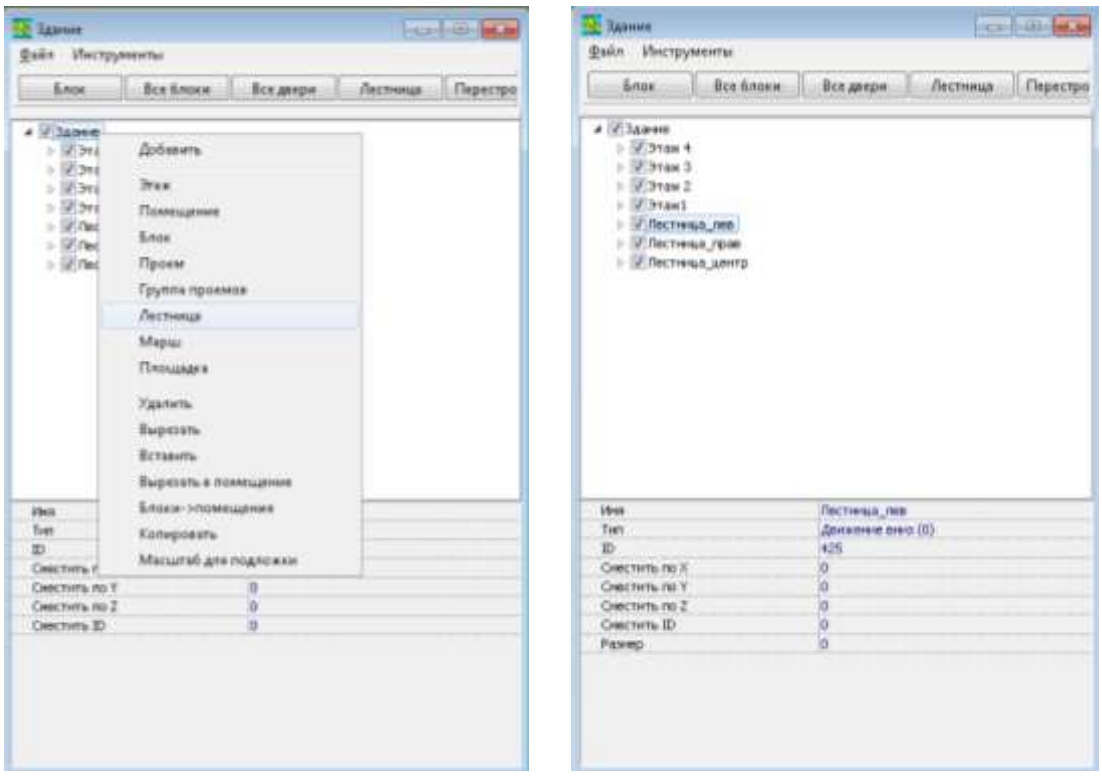
Если лестница отсутствует в «Здании», ее надо добавить. Процедура создания **лестницы** (элемент «Лестница» должен принадлежать элементу «Здание»):

(1) выделяем элемент «Здание» (левой кнопкой мыши), правой кнопкой мыши открываем выпадающий список и добавляем элемент «Лестница» (Рисунок 4.90 а).

В инспекторе свойств лестницы указаны (Рисунок 4.90 б):

- имя (при необходимости наименование элемента можно сменить),
- тип (по умолчанию «Лестница» имеет тип = 0, см. Таблицу 4.4, это значит, что движение по этой лестнице осуществляется только сверху вниз. Если по лестнице предполагается движение снизу вверх, тогда тип = 1. Если часть лестницы предполагает движение вниз, а часть – вверх, то такая лестница разбивается на две (непересекающихся по своим элементам) лестницы, каждая из которых имеет свой тип),
- порядковый номер (ID – задается автоматически, изменению не подлежит!),
- опции для смещения лестницы по осям X, Y, Z (используются, если необходимо сместить геометрию лестницы),
- Размер, [м] (используется для задания критического значения длины оптической видимости ***l*** для лестничной клетки в метрах. По умолчанию величина ***l*** принимается равной 20 м, что соответствует «Размер = 0» (Рисунок 4.90 б).

Элементами лестницы являются: лестничные площадки, марши и связывающие их проемы.



а) б)

Рисунок 4.90 – Формирование лестниц из элементов каркаса. Добавление элемента геометрии «Лестница»

Процедура создания **лестничной площадки** вручную по элементу каркаса:

(1) добавить элемент *«Площадка»* на «Лестницу» (Рисунок 4.91), если элемент уже существует, то выделить его левой клавишей мыши (Рисунок 4.92 б);

(2) в каркасе выделить блок, являющийся площадкой (Рисунок 4.92 а) (многократным нажатием на вершину блока);

(3) нажать кнопки «Блок» и «Перестроить», и в основном рабочем окне отобразится созданная площадка (Рисунок 4.93 а), в инспекторе свойств в окне «Здание» станут определены геометрические характеристики площадки (Рисунок 4.93 б).

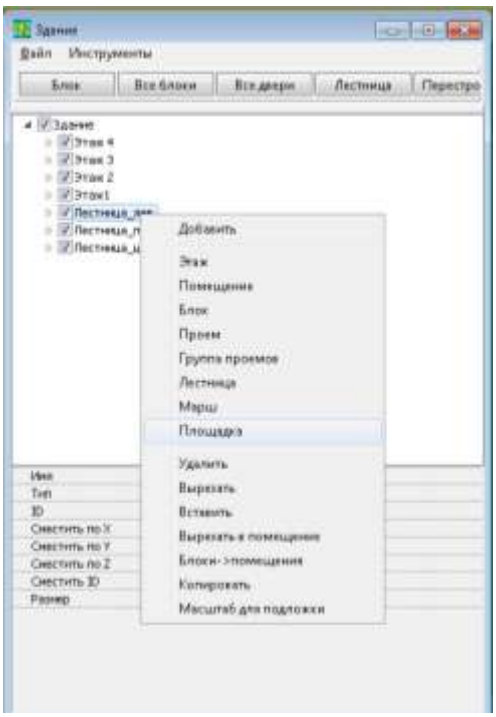
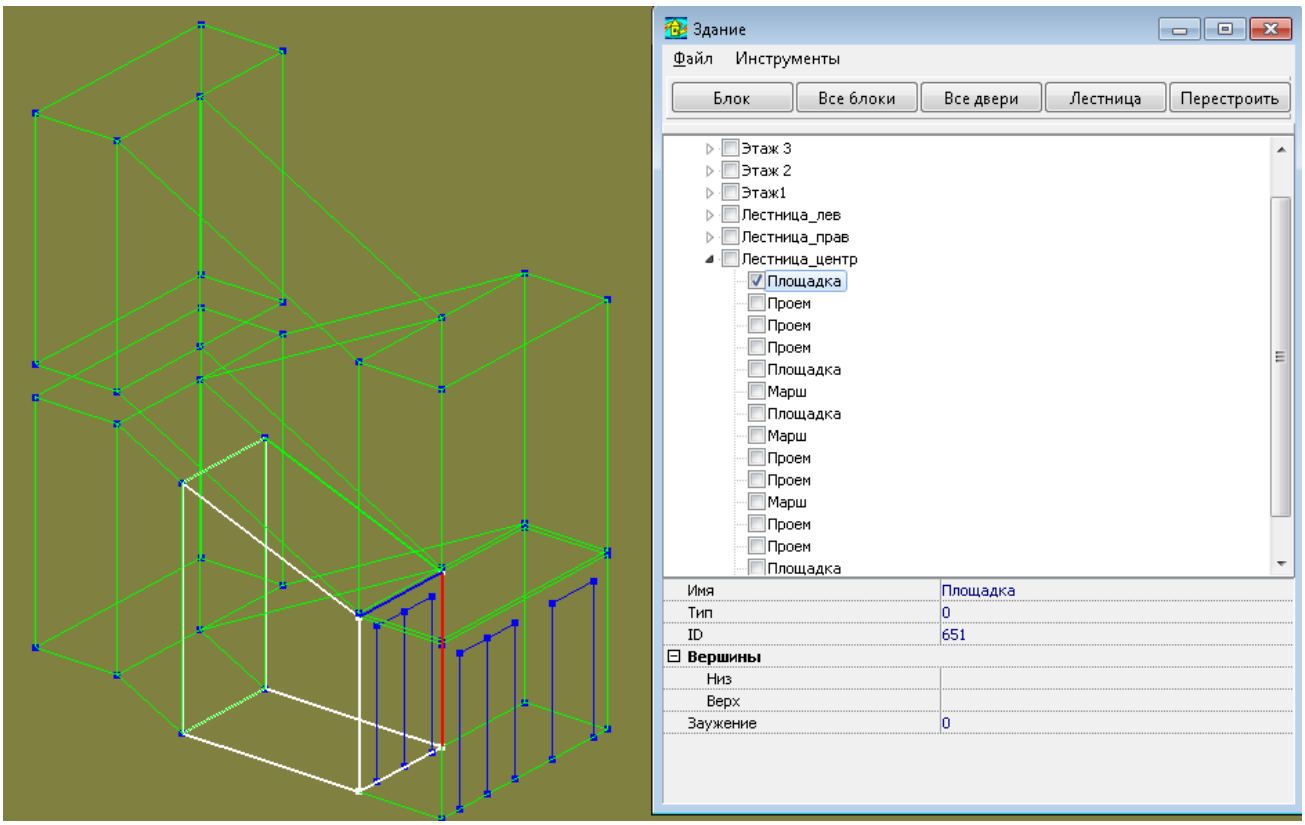
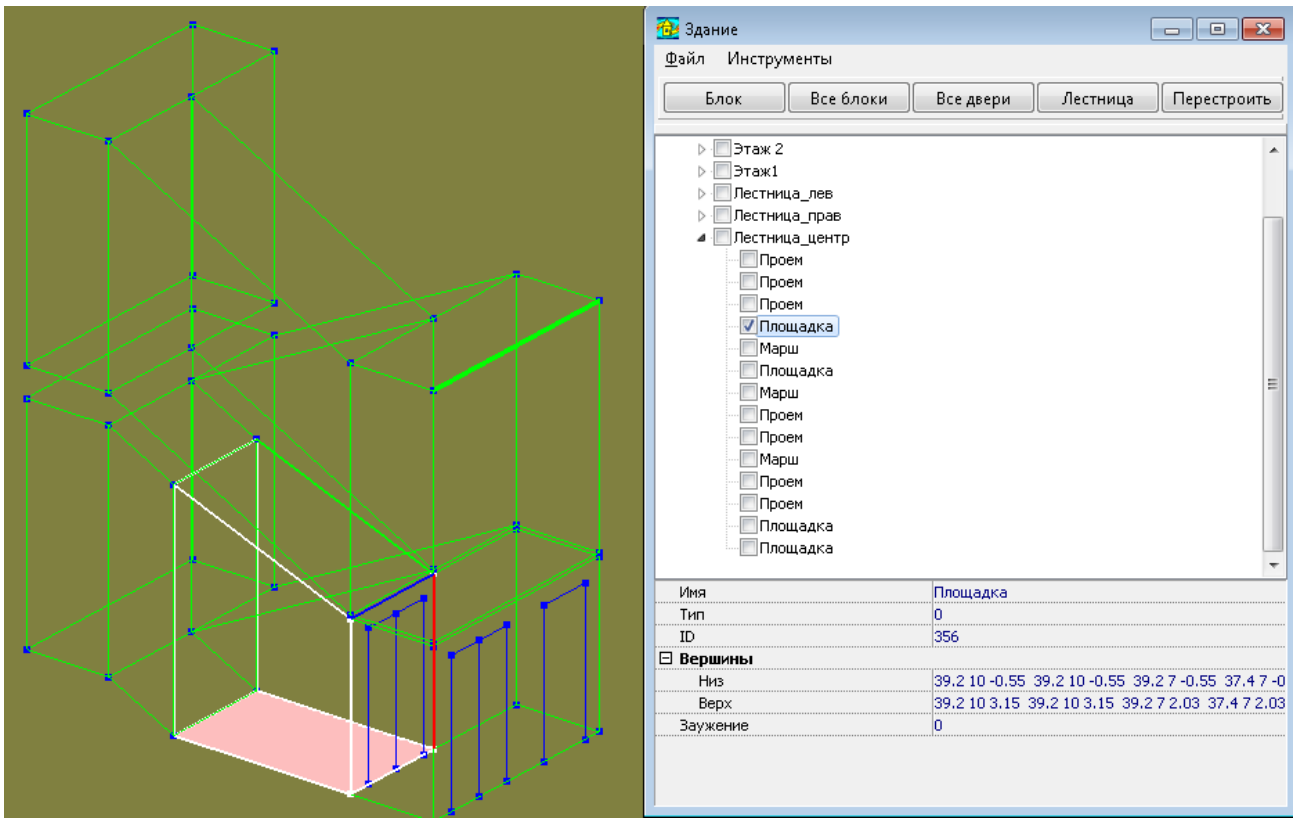


Рисунок 4.91 – Формирование лестниц из блоков каркаса. Создание лестничной площадки. Инструмент «Здание»



а) б)

Рисунок 4.92 – Формирование лестниц из блоков каркаса. Создание лестничной площадки. Инструмент «Здание»



а) б)

Рисунок 4.93 – Формирование лестниц из блоков каркаса. Создание лестничной площадки. Инструмент «Здание»

В *инспекторе свойств* *Площадки* определены следующие поля:

- имя (может быть изменено при необходимости),
- тип (по умолчанию тип=0, случаи изменения см. в Таблице 4.4, п. 4.6.11.4),
- порядковый номер (ID – задается автоматически, изменению не подлежит!),
- геометрические характеристики (координаты четырех нижних вершин и четырех верхних вершин блока, которым образована площадка. При необходимости координаты могут быть изменены вручную, в этом случае будет расхождение с соответствующим элементом каркаса, это допустимо),
- заужение (не используемое свойство).

Необходимо повторить операцию для всех площадок, отнесенных к данной лестнице.

Процедура создания **марша** вручную по элементу каркаса (технологически совпадает с созданием площадки и применяется ко всем маршам):

(1) добавить элемент *«Марш»* на «Лестницу» (Рисунок 4.94), если элемент уже существует, то выделить его левой клавишей мыши (Рисунок 4.95 б);

(2) в каркасе выделить блок, являющийся маршем (Рисунок 4.95 а) (многократным нажатием на вершину блока);

(3) нажать кнопки «Блок» и «Перестроить», и в основном рабочем окне отобразится созданный марш (Рисунок 4.96 а), в инспекторе свойств в окне «Здание» станут определены геометрические характеристики марша (Рисунок 4.96 б).

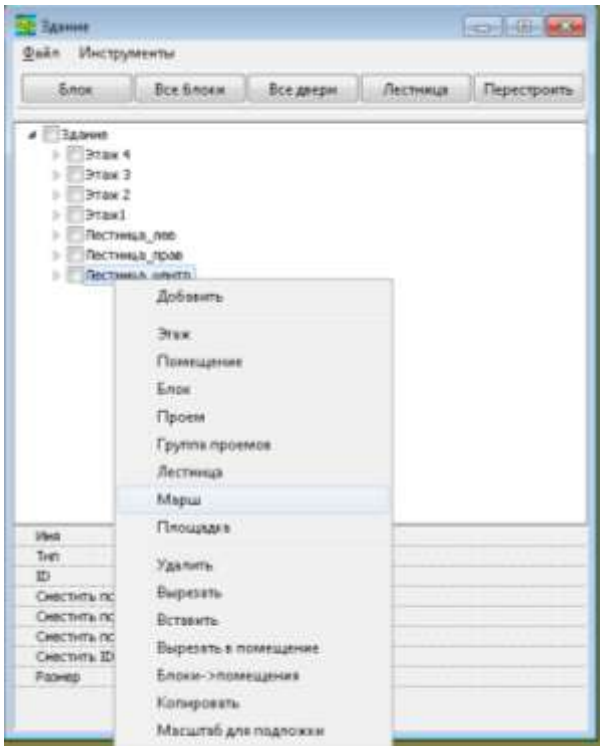
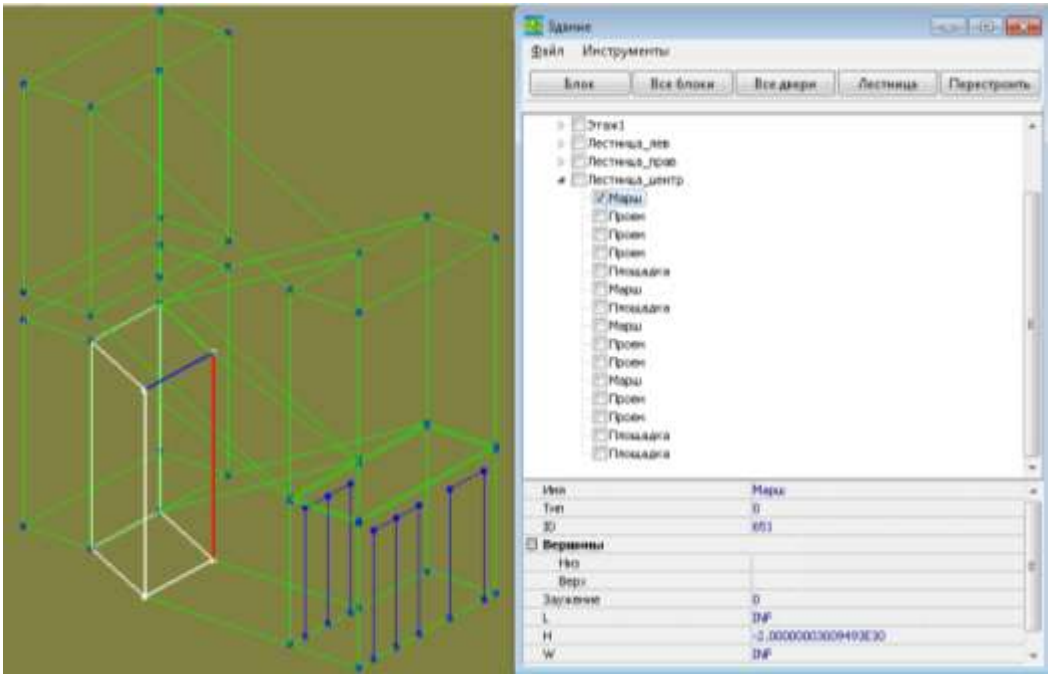


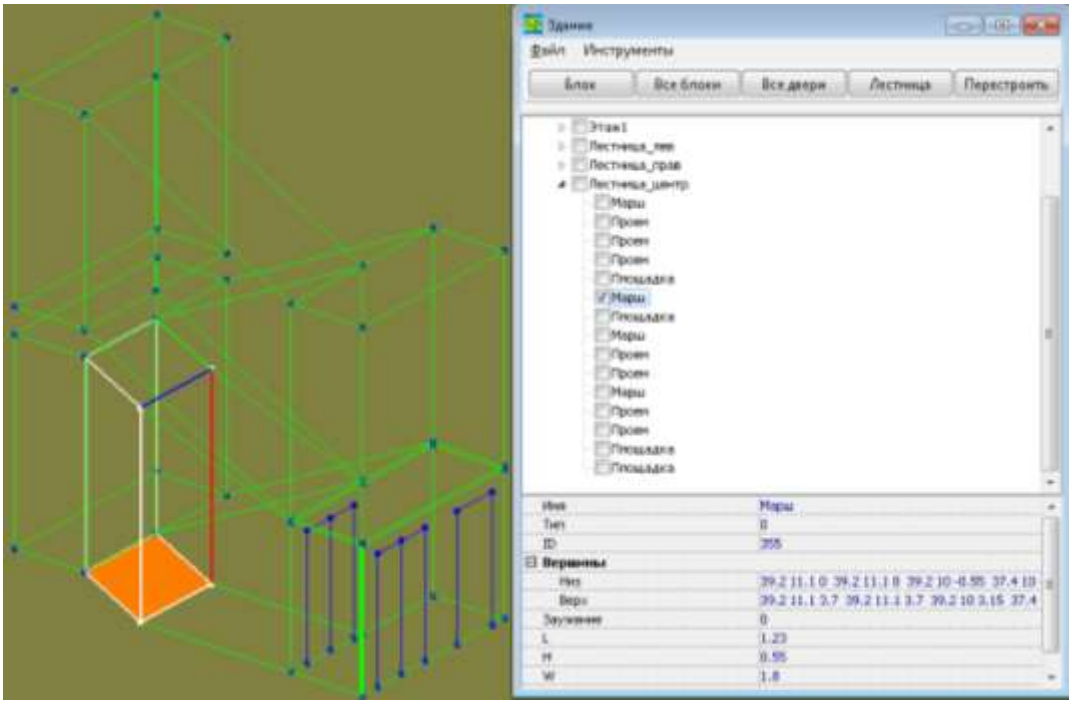
Рисунок 4.94 – Формирование лестниц. Создание лестничного марша. Инструмент «Здание»



2480

а) б)

Рисунок 4.95 – Формирование лестниц. Создание лестничного марша. Инструмент «Здание»



2485

а) б)

Рисунок 4.96 – Формирование лестниц. Создание лестничного марша. Инструмент «Здание»

В инспекторе свойств Марша определены следующие поля:

- имя (может быть изменено при необходимости),
- тип (по умолчанию тип=0, случаи изменения см. в Таблице 4.4, п. 4.6.11.4),
- порядковый номер (ID – задается автоматически, изменению не подлежит!),
- геометрические характеристики (координаты четырех нижних вершин и четырех верхних вершин блока, которым образован марш. При необходимости координаты могут быть изменены вручную, в этом случае будет расхождение с соответствующим элементом каркаса, это допустимо),
- заужение (определяет заужение марша при расчете эвакуации за счет перил);
- L, H, W (определяются автоматически из геометрических характеристик каркаса марша).

Элементы лестницы связываются друг с другом проемами типа 2 (проем без дверей, соединяющий два соседних элемента). Все элементы лестницы (марши и площадки) необходимо связать проемами. Также проемами связываются элементы лестницы с элементами соответствующих этажей.

Процедура создания **проема** вручную по элементу каркаса (технологически совпадает с созданием площадки и марша и применяется ко всем проемам):

(1) добавить элемент *«Проем»* на «Лестницу» (Рисунок 4.97), если элемент уже существует, то выделить его левой клавишей мыши (Рисунок 4.98 б), в инспекторе свойств задать тип=2 (проем без двери);

(2) в каркасе выделить грань блока, по которой будет определен проем (двукратным нажатием на ребро грани) или выделив две диагональных вершины грани (Рисунок 4.98 а);

(3) нажать кнопки «Блок» и «Перестроить», и в основном рабочем окне отобразится созданный проем (Рисунок 4.99 а), отобразятся его связи, в инспекторе свойств в окне «Здание» станут определены геометрические характеристики проема (Рисунок 4.99 б).

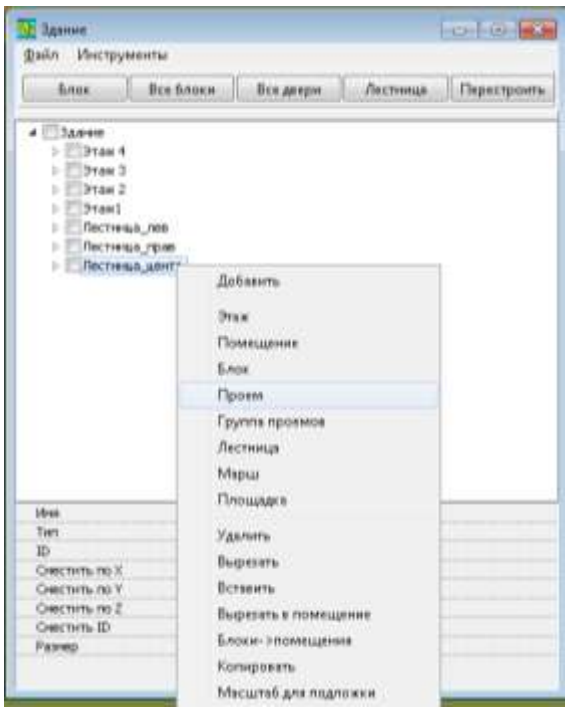
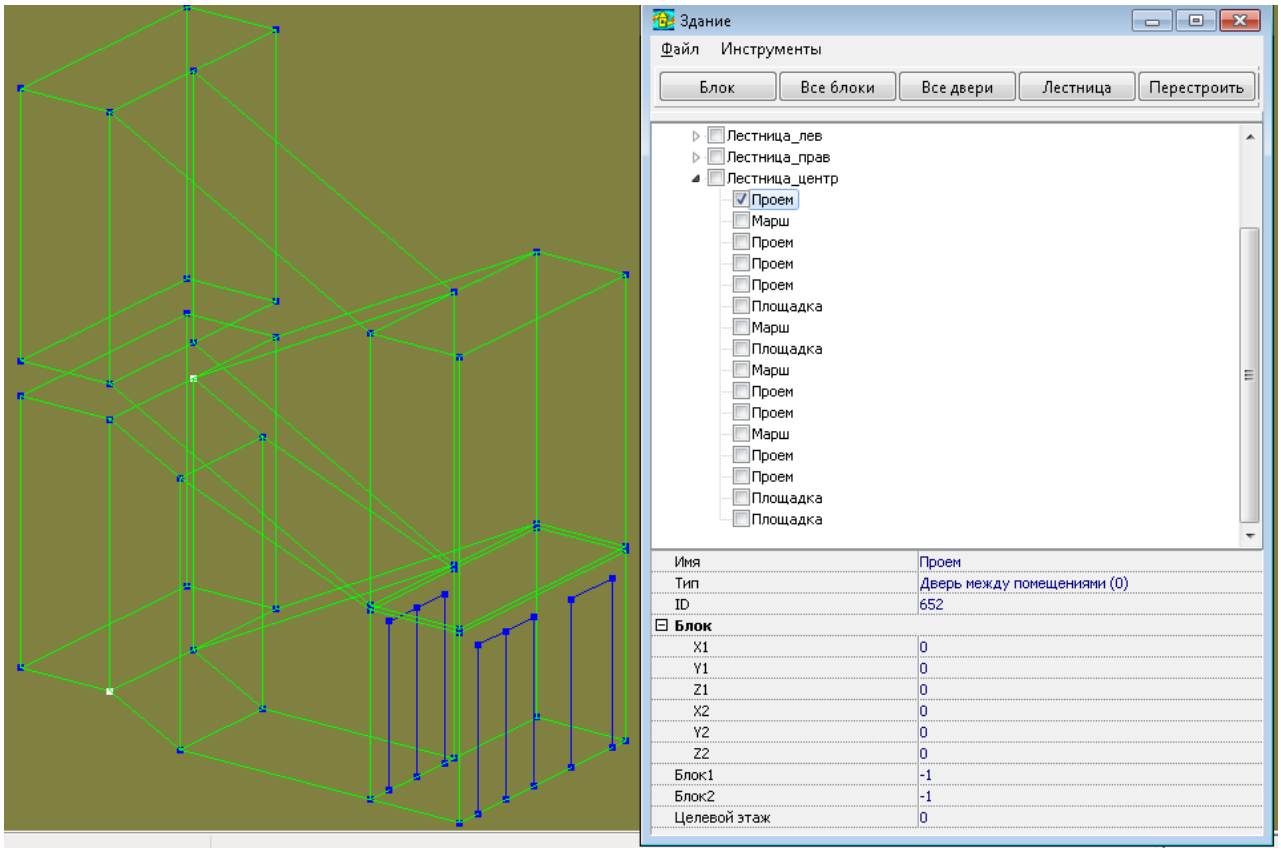


Рисунок 4.97 – Формирование проемов, связывающих элементы лестницы.

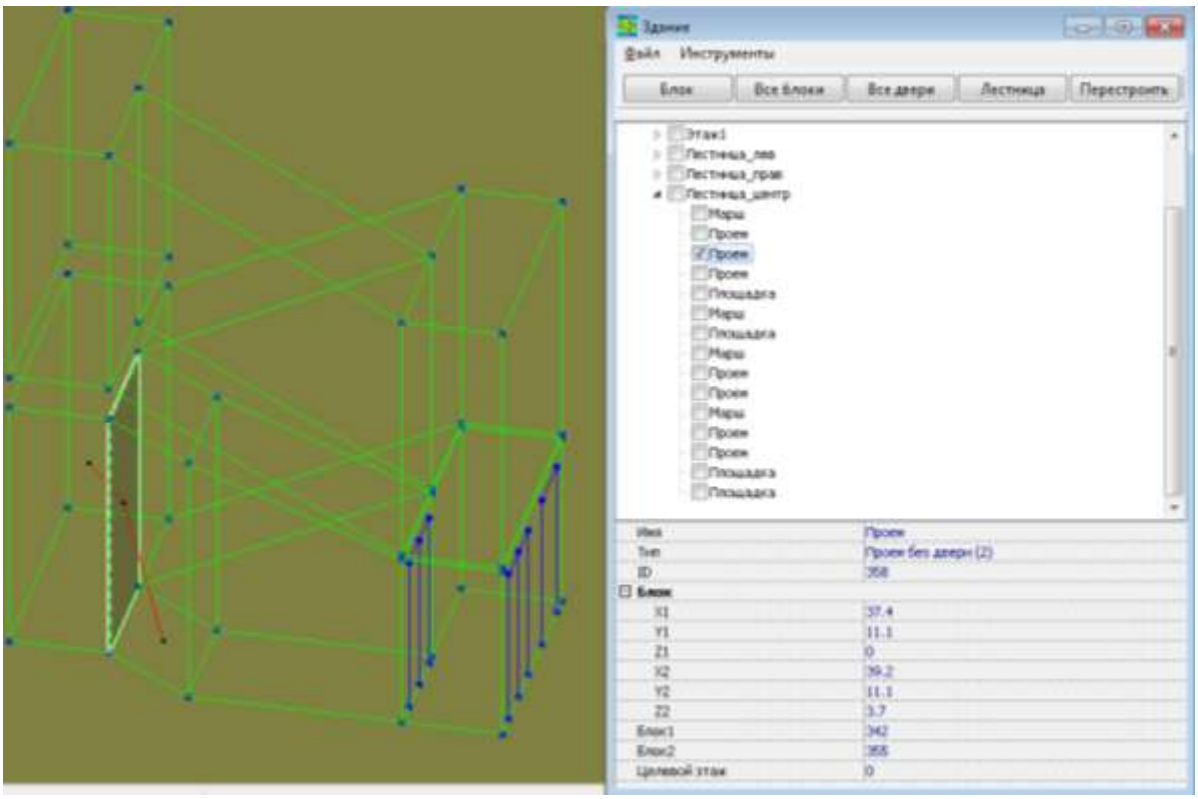
2520 Создание проема. Инструмент «Здание»



а) б)

Рисунок 4.98 – Формирование проемов, связывающих элементы лестницы.

Создание проема. Инструмент «Здание»



а) б)

Рисунок 4.99 – Формирование проемов, связывающих элементы лестницы. Создание проема. Инструмент «Здание»

В инспекторе свойств Проема определены следующие поля:

- имя (может быть изменено при необходимости),
- тип (по умолчанию тип=0, случаи изменения см. в Таблице 4.4),
- порядковый номер (ID – задается автоматически, изменению не подлежит!),
- геометрические характеристики (координаты двух диагональных вершин грани, по которой образован проем. При необходимости координаты могут быть изменены вручную, в этом случае будет расхождение с соответствующим элементом каркаса, это допустимо),
- Блок 1 и Блок 2 (определяют номера блоков (марша и площадки), которые связывает проем);
- Целевой этаж (по умолчанию =0, случаи переопределения описаны в п.4.6.11.4).

4.6.11.3. Лестницы без непосредственной связи с промежуточными этажами

По умолчанию элементы «Марш» и «Площадка» имеют тип = 0. Такой тип правильный, как правило, всегда. Он присваивается маршам и площадкам в случае, если все элементы лестницы (марши и площадки) можно соотнести с каким-либо этажом так, что не пересекаются проекции на горизонтальную плоскость элементов лестницы, соотнесенных с одним этажом.

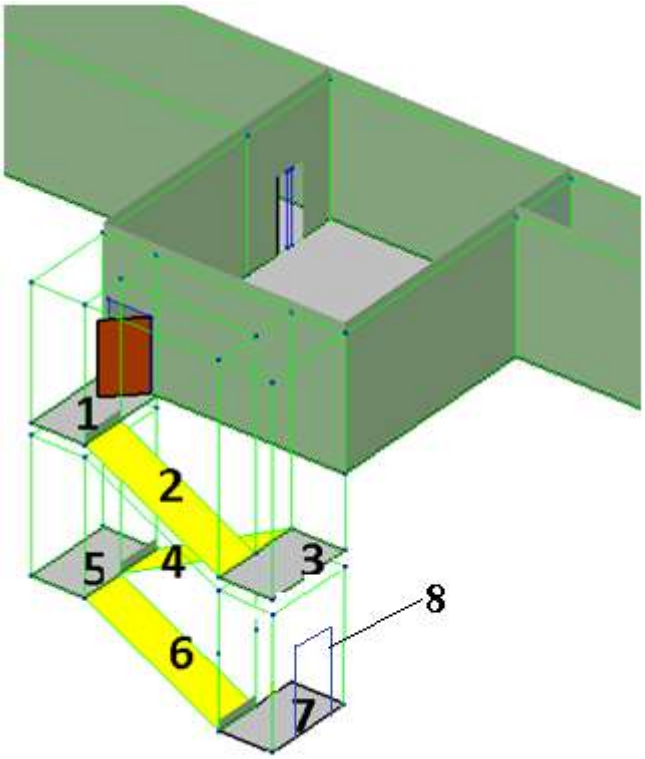


Рисунок 4.100 – Задание типов элементам лестницы. Инструмент «Здание»

Исключение составляют лестницы, у которых нет прямого сообщения с этажами здания (лестницы в высоких производственных помещениях, внешние эвакуационные лестницы, как в примере, Рисунок 4.100). В этих случаях вручную разбираются элементы лестницы по этажам (по принципу непересечения горизонтальных проекций), и в качестве типа маршу и площадке указывается номер этажа, к которому должны быть отнесены эти элементы.

Так, площадка 1, марш 2, площадка 3, марш 4 могут быть отнесены к одному этажу, поскольку их горизонтальные проекции не пересекаются ни друг с другом ни

с этажом, к которому пристыкована площадка 1. Все оставшиеся элементы лестницы уже нарушают этот принцип. Поэтому элементы 1-4 имеют тип=0 (по умолчанию). При этом этаж, к которому примыкает площадка 1, в данном примере должен иметь номер 2 (даже если он в здании является самым нижним и называется первым).

Площадка 5 и марш 6 должны быть отнесены к другому этажу, в данном случае таковым будет этаж с номером 1. Но поскольку фактической связи (через проем) элементов 5 и 6 с этим этажом нет, соответственно, факт принадлежности элементов 5 и 6 к этажу с номером 1нужно указать явно – задавая им тип = 1. И в состав здания должен быть добавлен этаж с номером 1. Поскольку этаж должен иметь хотя бы одно помещение, к этажу с номером 1 следует отнести элемент 7 и определить его на этаже как блок в составе помещения (см. п. 4.6.9). Проем, который связывает элементы 6 и 7 отнести к этажу с номером 1. Проем 8 (выход из здания наружу) отнести к этажу с номером 1 и присвоить тип=3.

4.6.11.4. Свойства элементов лестницы. Особые случаи

Важно! По умолчанию элемент «Лестница» имеет тип = 0, см. Таблицу 4.3. Это предполагает, что движение по этой лестнице осуществляется только сверху вниз. Если по лестнице предполагается движение снизу вверх, тогда тип = 1.

Если часть лестницы предполагает движение вниз, а часть – вверх, то такая лестница разбивается на две лестницы, *непересекающихся* по своим элементам, каждая из которых имеет свой тип. Площадка на стыке лестниц должна быть в составе нижней лестницы (из состава верхней лестницы аналогичная площадка удаляется).

По умолчанию считается, что элементы лестницы должны вести последовательно с одного этажа на другой (без пропуска и перескакивания номеров этажей, например, в режиме «по умолчанию» нельзя, двигаясь по лестнице вниз с этажа с номером 3, прийти на этаж с номером 1 и не пройти элементы лестницы, отнесенные к этажу с номером 2). В зданиях со сложным объемно-планировочным

решением, имеющим вариативность по высоте (например, спортивные арены, театры и т.п.), соблюдение главного принципа отнесения элементов к этажам (непересечение горизонтальных проекций элементов одного этажа) может приводить к тому, что возникают такие ситуации: объемы здания так разнесены по этажам, что двигаясь по элементам лестницы, отнесенным к этажу с номером 3 можно прийти на этаж с номером 1. Для этих целей у проемов предусмотрено свойство ***«Целевой этаж»*** (по умолчанию присвоено значение «0»). В случаях, когда имеет место «перескакивание» номеров этажей при движении по лестнице крайнему проему лестницы (связывающему элемент лестницы и целевой этаж) присваивается номер целевого этажа: если с третьего на первый, то у крайнего (на пути с третьего на первый этаж) проема «Целевой этаж» = 1.

4.6.12. Сохранение геометрии

После того как геометрия построена в меню «Файл» инструмента «Здание» производим сохранение геометрии здания, Рисунок 4.101.

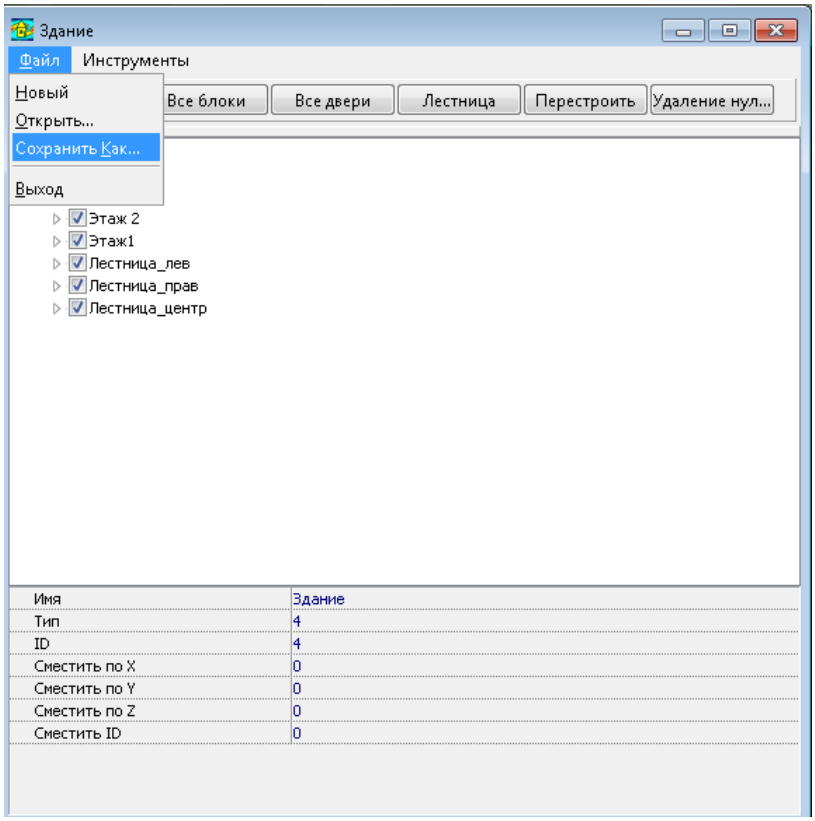
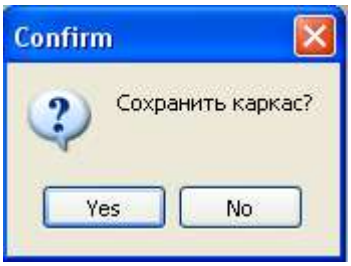


Рисунок 4.101 – Сохранение геометрии здания. Инструмент «Здание»

ВАЖНО! Блоки, не включенные в помещения, в геометрии здания не сохраняются, о чем выводится предупреждающее сообщение.

Сохранение каркаса здания, геометрии и сетки также можно осуществить при закрытии программного модуля (Рисунок 4.102). В этом случае сохраненные файлы примут имена по умолчанию с расширениями <имя файла проекта>.sgb, <имя файла проекта>.xml, <имя файла проекта>.out соответственно. Каркас и геометрия будут сохранены в корневом каталоге папки активного проекта. Файл с сеткой будет сохранен в подкаталоге OFP папки проекта.



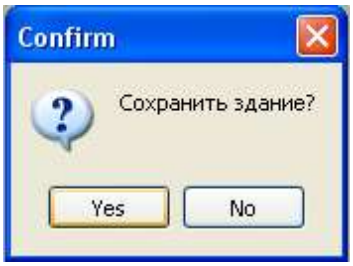


Рисунок 4.102 – Сохранение данных

5. МОДУЛЬ РАСЧЕТА ОФП

5.4. Состав модуля

Для успешной работы модуля в папке проекта должна существовать папка «OFP», которая создается автоматически на этапе создания каркаса и расчетной сетки в модуле «Подготовка здания», иначе выпадет сообщение об ошибке.

Запуск модуля задания параметров расчета и модуля расчета распространения ОФП осуществляется через меню пункт главного окна интерфейса «Расчет ОФП», Рисунок 3.4, после чего откроется окно «OFP» (Рисунок 5.1), в котором содержатся следующие пункты:

- «Параметры задачи» (задаются параметры сценария пожара и настройки граничных условий);
- «Расчет» (запускается расчет развития пожара);
- «Конвертация» (запускает конвертация рассчитанных трехмерных данных в двумерные поля ОФП на заданной высоте).

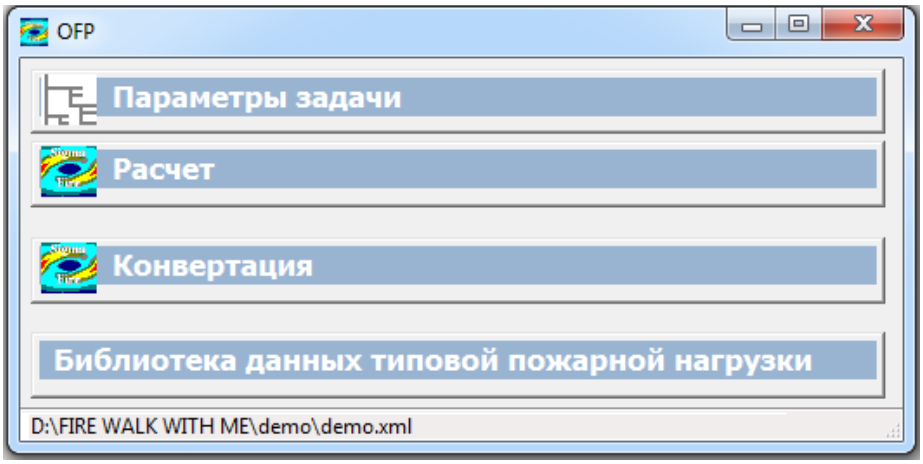


Рисунок 5.1 – Окно «Расчет ОФП»

Чтобы работать в данном модуле необходимо предварительно создать каркас здания и построить расчетную сетку (см. п. 4.4-4.5), в ином случае модуль не запускается.

5.5. Задание параметров расчета

Чтобы задать параметры задачи нужно открыть «Параметры задачи» и задать граничные условия, условия сценария пожара, временные параметры математической модели.

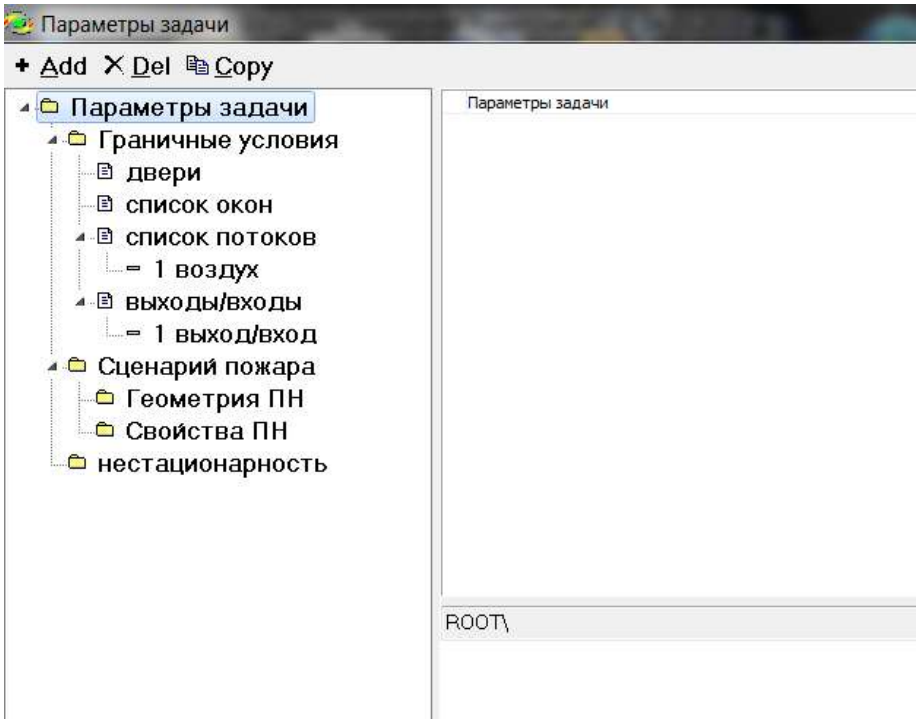


Рисунок 5.2 – Основное рабочее окно «Параметров задачи»

Граничные условия описываются набором пунктов (Рисунок 5.2):

- Двери – задается изменение состояния некоторых **внутренних** проемов - открыты/закрыты для имитации работы доводчиков на дверях (применяется при необходимости только к проемам, соединяющим блоки, вошедшие в расчетную область, то есть имеющим отрицательный маркер в списке Сетка -> Входы и выходы, п. 4.5.10);
- Список окон – задаются условия на разрушение окон (применяется при необходимости и, как правило, только к окнам в помещении очага пожара);
- Список потоков – задаются потоки и температуры (задается ОБЯЗАТЕЛЬНО хотя бы один поток и связывается с областью, имеющей положительный маркер в списке Сетка -> Входы и выходы, п. 4.5.10);

- Выходы/входы – связываются потоки с внешней средой (задается ОБЯЗАТЕЛЬНО хотя бы для одного проема-двери на границе расчетной области, то есть области, имеющей положительный маркер в списке Сетка -> Входы и выходы, п. 4.5.10);

Пункт **«Сценарий пожара»** содержит следующие подпункты:

- Геометрия ПН – описывает размещение ПН (ОБЯЗАТЕЛЬНО указывается соответствующая область из расчетной сетки, имеющая положительный маркер в списке Сетка -> Входы и выходы, п. 4.5.10, и координаты центра очага пожара);
- Свойства ПН - описывает свойства ПН (ОБЯЗАТЕЛЬНО задаются характеристики пожарной нагрузки).

В пункте **«нестационарность»** ОБЯЗАТЕЛЬНО задаются характеристики численной процедуры и временные характеристики расчета.

5.5.7. Граничные условия: двери

Пункт *«Двери»* позволяет учитывать состояние указанных здесь ВНУТРЕННИХ дверей (открыты или закрыты) во время расчета. Данные вводятся, если сценарием пожара предполагается учет движения людей через дверные проемы, оборудованные доводчиками (или накладываются какие-либо другие причины изменения состояния дверей). Для всех других дверей, *включенных в расчетную сетку* (то есть перечисленных в списке «Входы/выходы» инструмента «Сетка» в модуле «Подготовка здания», п. 4.5.10), по умолчанию предполагается, что они открыты в течение всего расчета.

Необходимо отметить несколько требований предъявляемых к организации работы с дверьми (внутренними проемами) на этом этапе:

- **Дверьми в данном случае являются проемы, связывающие два соседних блока каркаса, они должны быть включены в расчетную сетку (п. 4.5.10) и иметь только отрицательные значения маркера (МСМ);**
- **Двери в состоянии «Закрыто» НЕ должны разбивать расчетную область на не связанные участки;**

- **Число изменений состояний дверей не должно превышать 6;**
- **Наличие дверей может потребовать для устойчивости расчета уменьшения шага по времени (относительно заданного «по-умолчанию» в разделе «нестационарность»).**

ПОДСКАЗКА. Способы имитировать наличие простой двери (без уплотнения в притворе) на доводчике в расчете и не разбить расчетную область на несвязанные участки:

1) если через дверь предполагается движение людей. В соответствующем месте в КАРКАСЕ делается 2 проема (в геометрию здания они не вносятся). Один проем имеет ширину 90% от требуемой, второй проем ставится рядом и имеет ширину 10% от площади требуемой. Оба проема добавляются в расчетную область для ОФП. Большему проему ставится один маркер в списке Сетка ->"Входы и выходы", меньшему - другой. В Параметрах задачи в разделе «двери» добавляется запись и там указывается больший проем и указываются времена изменения состояния этого проема (эти времена определяются по предварительному расчету эвакуации). (Тут надо помнить, что по умолчанию все проемы с отрицательными маркерами из списка Сетка ->"Входы и выходы" считаются открытыми);

2) если не предполагается движение людей через дверь с доводчиком, или открыванием такой двери можно пренебречь, тогда на месте такого проема в каркасе должен стоять только меньший проем (шириной 10% от требуемой). Он добавляется расчетную область для ОФП в список Сетка ->"Входы и выходы", и больше никаких специальных действий с ним совершать не нужно.

Для задания состояний отдельным дверям в здании необходимо:

(*) выделить пункт «двери» и нажать кнопку «+Add» (Рисунок 5.3). Справа в окне «дверь» необходимо указать в строке «номер области» номер-маркер нужной двери-проема, Рисунок 5.4.

Важно! Данный номер-маркер присваивается «нужным» элементам каркаса (внутренним проемам) на этапе создания сетки в закладке «Входы и выходы»

п. 4.5.10. Если номер-маркер уникален, то только этой двери будут присвоены соответствующие свойства-состояния. Если такой номер-маркер присвоен нескольким дверям, то вводимые свойства-состояния будут ассоциированы со всеми дверьми, имеющими данный номер-маркер.

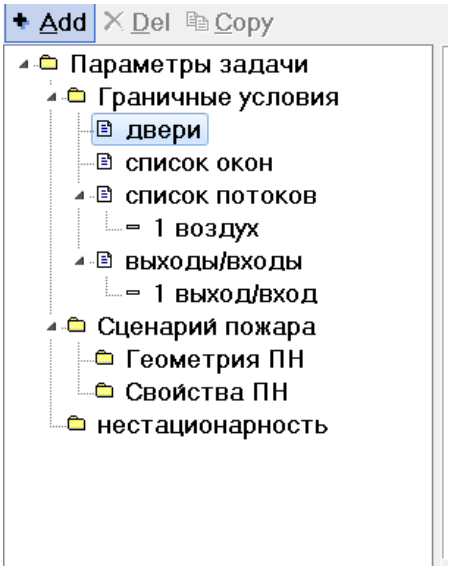


Рисунок 5.3 – Задание состояний отдельным дверям. Шаг 1.

(**) нажатием левой кнопки мыши выделить добавленную дверь в дереве «Параметры задачи» и снова нажать кнопку «+Add», после чего появится подпункт «состояния», в котором можно создать список действий (Рисунок 5.4);

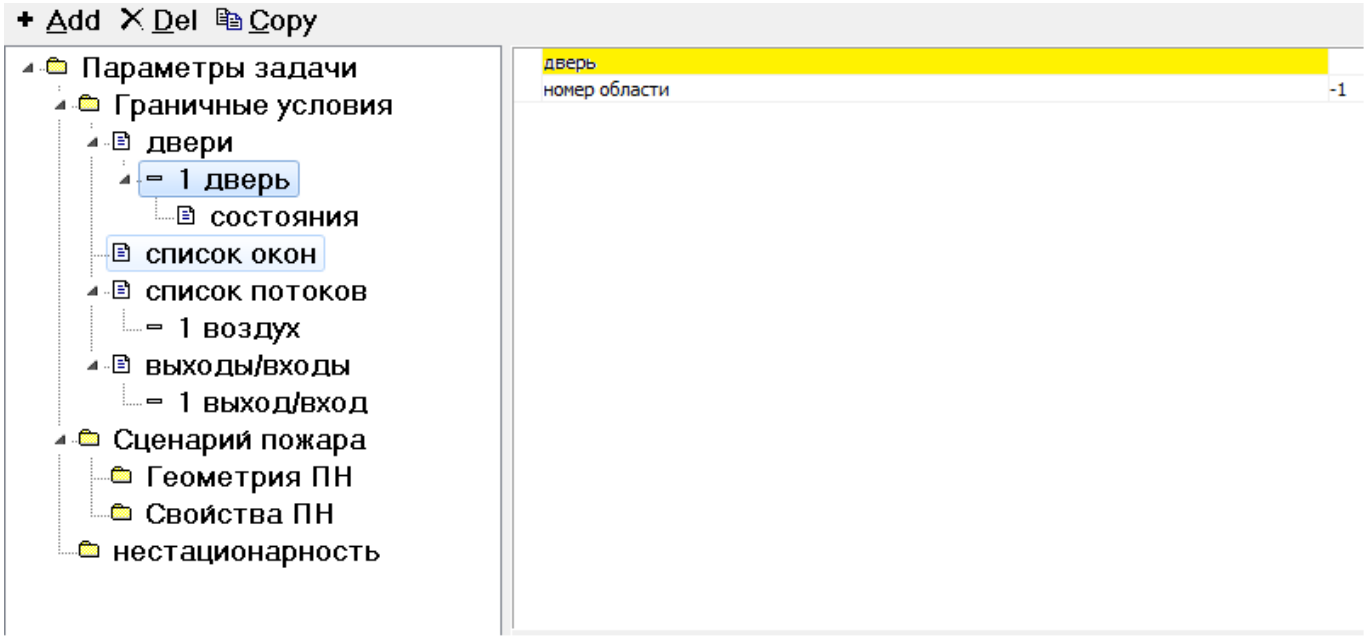


Рисунок 5.4 – Задание состояний отдельным дверям. Шаг 2

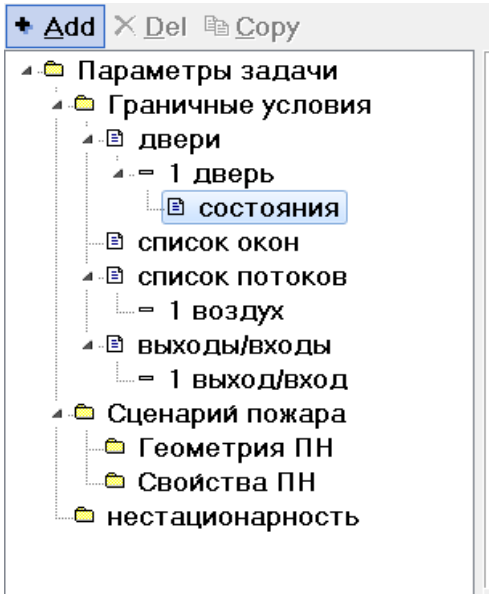


Рисунок 5.5 – Задание состояний отдельным дверям. Шаг 3

(***) выделить пункт «состояние» и нажать кнопку «+Add», Рисунок 5.5, появится подпункт «действие». Действие описывается двумя параметрами: время начала состояния и, собственно, состояние. Время задается в секундах (отсчет ведется от начала пожара), состояние описывается двумя значениями: 0 – закрыто, 1 – открыто, Рисунок 5.6. По умолчанию дверь считается открытой. При задании отрицательного значения времени можно сделать дверь изначально закрытой. Для одной двери можно создать список не более чем из шести действий.

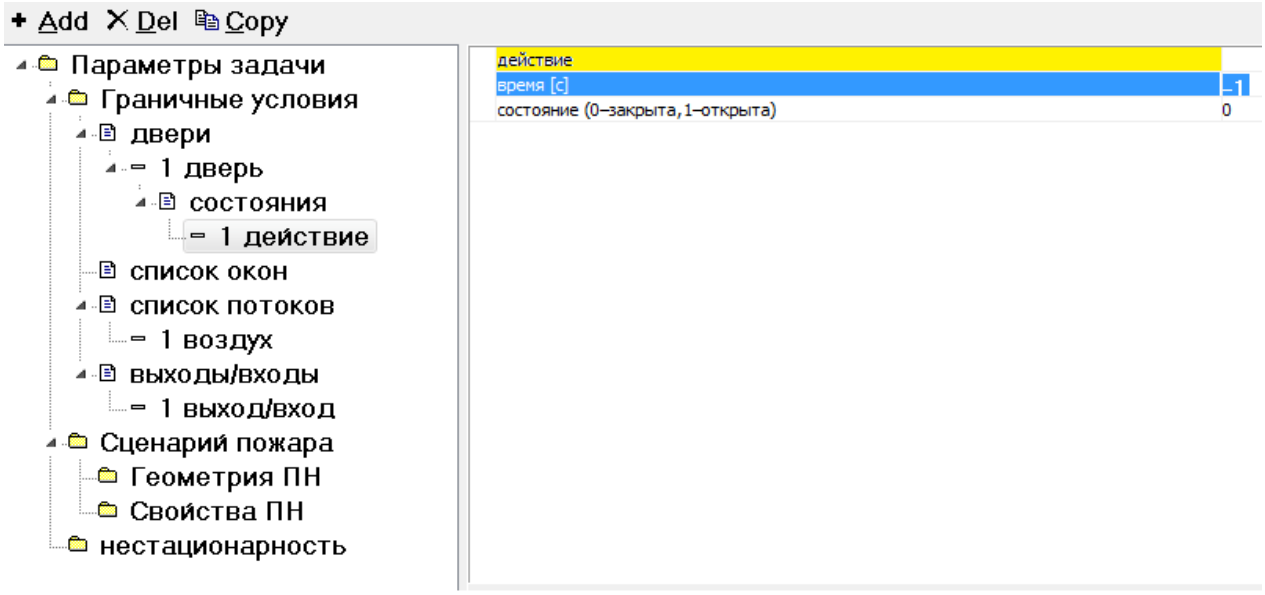


Рисунок 5.6 – Задание состояний отдельным дверям. Шаг 4

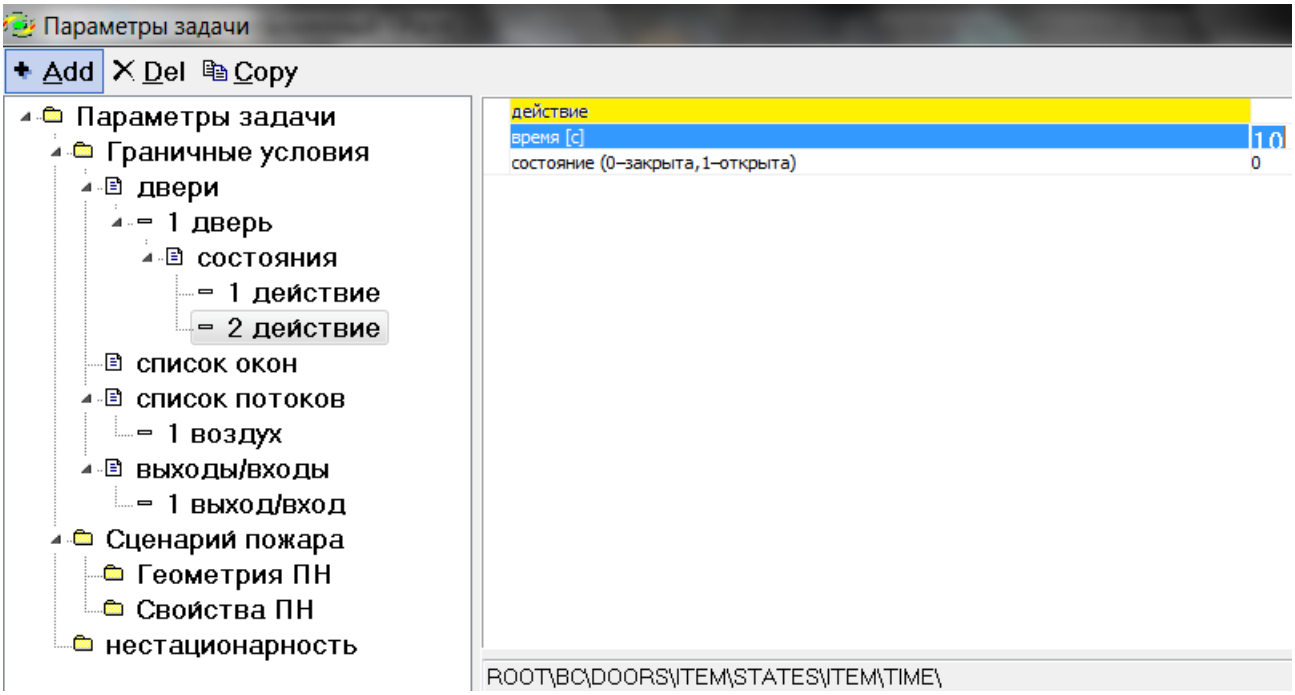


Рисунок 5.7 – Задание состояний отдельным дверям. Шаг 5

5.5.8. Граничные условия: список окон

«Список окон» позволяет учитывать в расчете разрушение окон (ВАЖНО! Под окнами в данном случае понимаются проемы, лежащие на границе расчетной области и имеющие положительный маркер, п. 4.5.10).

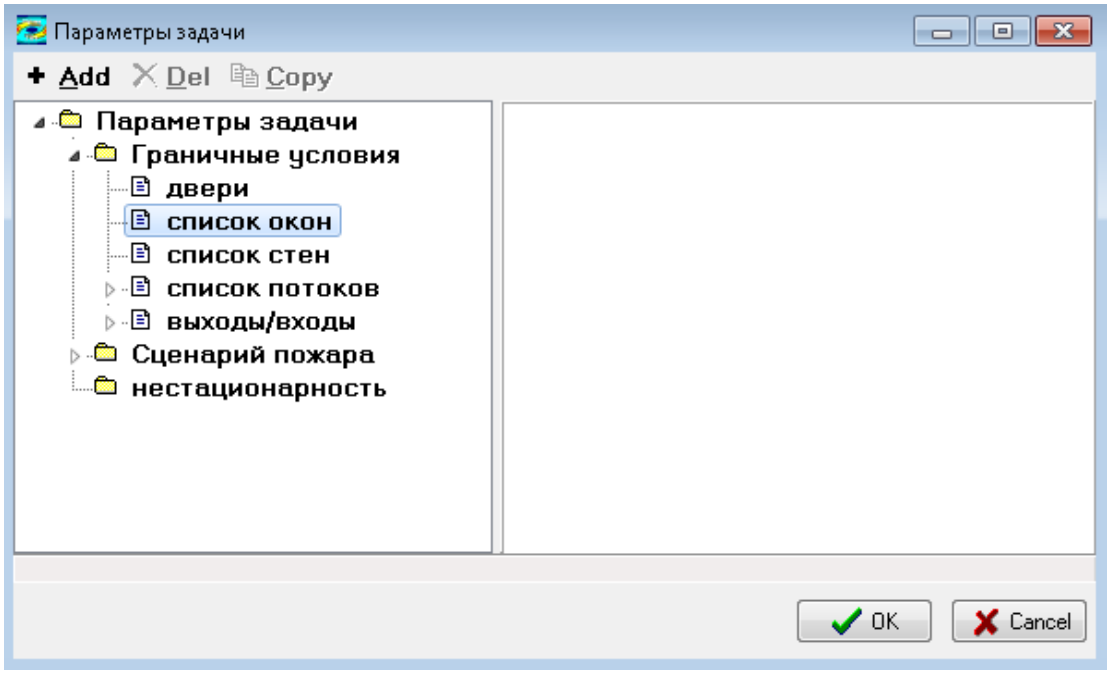


Рисунок 5.8 – Задание состояний окну. Шаг 1

Такие окна обязательно должны быть включены в расчетную сетку (п. 4.5.10). Для добавления элемента в список окон нужно выделить пункт «список окон» и нажатием кнопки «+Add» добавить окно (Рисунок 5.8).

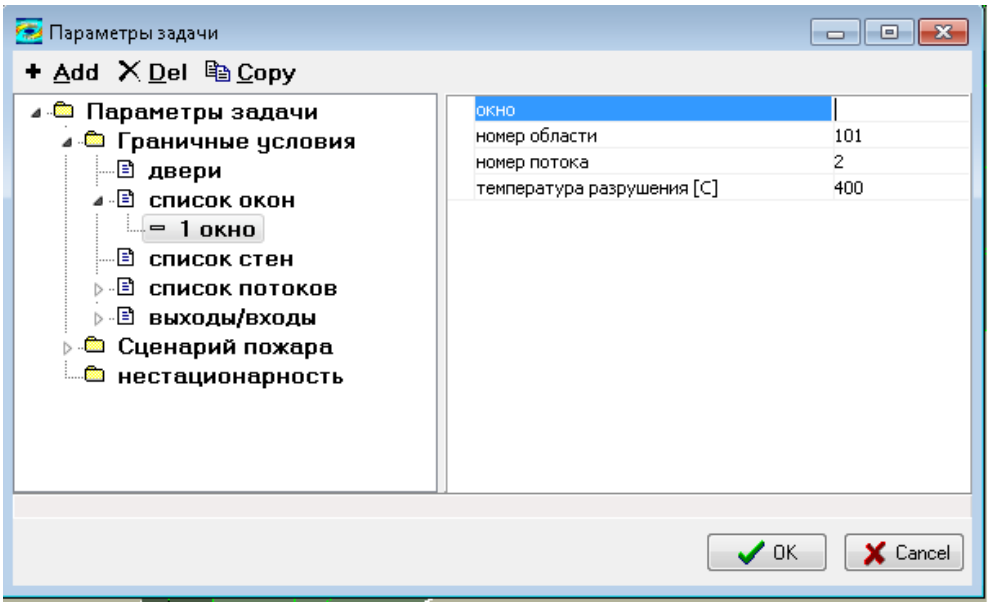


Рисунок 5.9 – Задание состояний окну. Шаг 2

Чтобы задать параметры окна выделяем левой кнопкой мыши окно в списке «Список окон», справа откроется окно с именем «Окно». Окно описывается тремя параметрами, Рисунок 5.9:

- номер области (указывается соответствующий данному окну номер-маркер. **Важно!** Данный номер-маркер присваивается «нужным» элементам каркаса (окнам) на этапе создания сетки в закладке «Входы и выходы» п. 4.5.10. Если номер-маркер уникален, то только этому окну будут присвоены соответствующие свойства. Если такой номер-маркер присвоен нескольким окнам, то вводимые свойства будут ассоциированы со всеми окнами, имеющими данный номер-маркер);

- номер потока (указывается номер потока, который создается в п. 5.5.10. Поток определяет температуру окружающей среды. Окна должны ассоциироваться с потоком, определяющим температуру внешней к зданию среды, если задан только один поток, то температура внутри и снаружи здания будет считаться одинаковой);

- температура разрушения (указывается температура (в градусах Цельсия), при достижении которой произойдет разрушение окна. **Минимально возможное**

значение температуры разрушения окна 400 ^{0}C. Если будет указано меньшее значение, то оно автоматически заменится в расчете на 400 ^{0}C. Чтобы окно не разрушалось, достаточно выставить высокую температуру, например, 5000 ^{0}C).

В расчете считается, что разрушение окна наступает при достижении критической температуры для половины площади оконного проема. После выполнения данного условия окно становится открытым проемом наружу.

5.5.9. Граничные условия: список стен

«Список стен» позволяет учитывать в расчете теплопотери на стены здания и сооружения. Такие стены обязательно должны быть включены в расчетную сетку (п. 4.5.10).

Для добавления элемента в список стен нужно выделить пункт «список стен» и нажатием кнопки «+Add» добавить стену.

Чтобы задать параметры стене выделяем левой кнопкой мыши элемент списка «Список стен», справа откроется окно с именем «Стена».

Каждая стена описывается списком параметров (Рисунок 5.10):

- номер области (здесь указывается соответствующий данной грани (стене) номер-маркер присвоенный в п.4.5.10. **Важно!** Данный номер-маркер присваивается «нужным» элементам каркаса (стенам) на этапе создания сетки в закладке «Входы и выходы» п. 4.5.10. Если номер-маркер уникален, то только этой стене будут присвоены соответствующие свойства. Если такой номер-маркер присвоен нескольким стенам, то вводимые свойства будут ассоциированы со всеми стенами, имеющими данный номер-маркер);
- номер потока (указывается номер потока, который создается в п. 5.5.10. Поток определяет температуру среды, внешние стены должны ассоциироваться с потоком, определяющим внешнюю к зданию среду.

Внутренние стены - всегда с потоком 1, определяющим температуру внутри здания);

- толщина стены, м;
- коэффициент теплопроводности, Вт/(м^2*К);
- удельная теплоемкость, Дж/(кг*К);
- плотность, кг/м^3;
- коэффициент теплоотдачи наружной стенки, Вт/(м^2*К) (учитывается только, если стена является внешней);
- дополнительный тепловой поток, Вт/м^2 (учитывается только, если стена является внешней);
- коэффициент черноты (учитывается только, если стена является внешней).

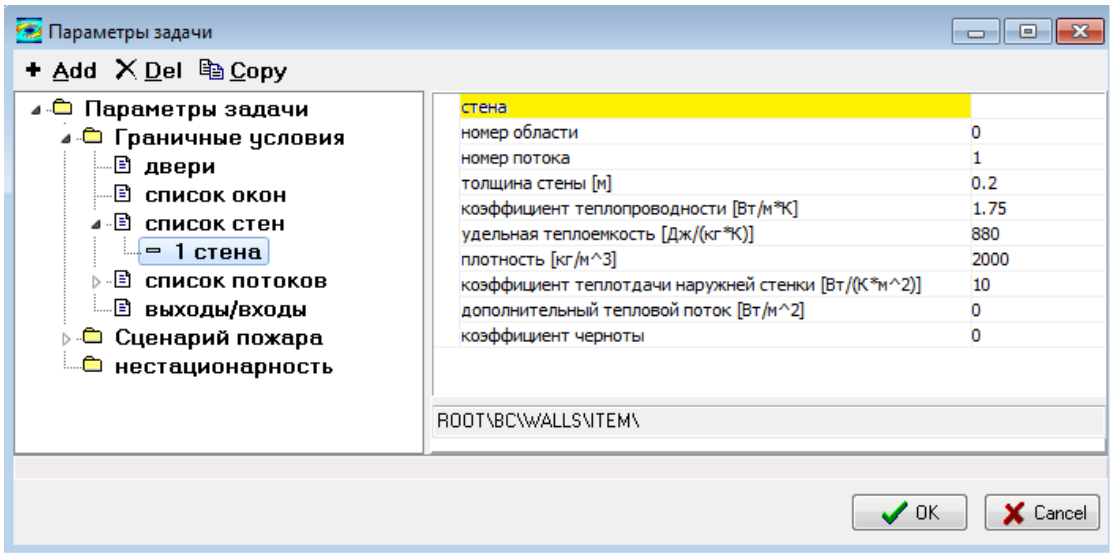


Рисунок 5.10 – Задание свойств стенам, для которых предполагается расчет теплоотдачи

5.5.10. Граничные условия: список потоков

Пункт *«список потоков»* позволяет задавать потоки воздуха с различной температурой (Рисунок 5.11). Поток определяет температуру среды (внутри здания или снаружи). По умолчанию определен один поток.

Для добавления потока в список нужно выделить пункт «список потоков» и нажатием кнопки «+Add» добавить поток.

Если определен единственный поток (первый в списке – задается по-умолчанию), он задает начальную температуру среды внутри здания и температуру снаружи здания. Если с этим потоком будут ассоциированы окна, внешние стены, проемы наружу из здания (через соответствующие номера областей), тогда в расчете будет приниматься, что такой же является температура внешней среды. Значение температуры указывается в строке «температура» в градусах Цельсия в открывающемся окне справа.

Все последующие потоки определяют температуру внешней к зданию среды.

Потоки необходимы для задания граничных условий, описываемых в пунктах «список окон», «список стен», «входы/выходы».

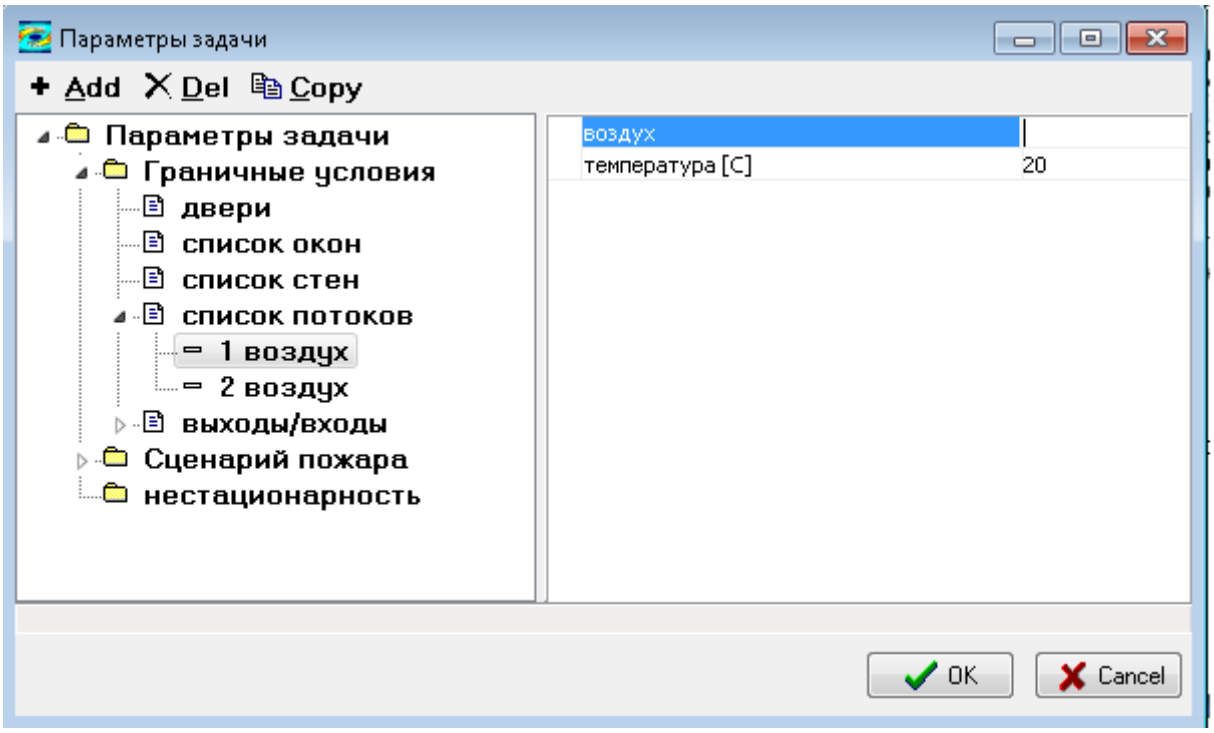


Рисунок 5.11 – Список потоков

Важно! В списке ОБЯЗАТЕЛЬНО должен присутствовать хотя бы один поток.

Если внешняя температура задается меньше начальной температуры внутри здания, то за счет притока холодного воздуха из вне происходит увеличение времени достижения температурой критических значений на путях эвакуации (что

противоречит принципам рассмотрения наихудших условий при формировании сценария пожара [1] и требует специального обоснования).

Чем выше начальная температура в здании, тем быстрее температура на путях эвакуации будет достигать критических значений.

5.5.11. Граничные условия: входы/выходы

Пункт *«входы/выходы»* позволяет описывать связь здания с окружающей средой, наличие систем дымоудаления, вентиляции и подпора воздуха (термины «вход» и «выход» понимаются здесь в смысле областей притока и оттока газов относительно расчетной области). Элементы каркаса, предполагаемые в качестве входов/выходов должны быть включены в расчетную сетку (п. 4.5.10).

Важно! В общем случае для выполнения корректного расчета необходимо наличие хотя бы одного входа/выхода, Рисунок 5.12. Им должна быть область, связывающая внешнюю среду с расчетной областью (то есть имеющая положительный маркер). По умолчанию в списке имеется один элемент, необходимо лишь указать правильные характеристики в окне справа (номер области, номер потока, тип границы).

Для добавления элемента в список входов/выходов нужно выделить пункт «выходы/входы» и нажатием кнопки «+Add» добавить элемент.

Для того чтобы описать выход/вход необходимо выделить соответствующий пункт в списке нажатием левой клавиши мыши, справа откроется окно «выход/вход». Здесь указываются, Рисунок 5.12:

- номер области (указывается номер-маркер той области на каркасе здания, которая в расчете предполагается быть входом/выходом. **Важно!** Данный номер-маркер присваивается «нужным» элементам каркаса (входам/выходам) на этапе создания сетки в закладке «Входы и выходы» п. 4.5.10. Если номер-маркер уникален, то только этому входу/выходу будут присвоены соответствующие свойства. Если такой номер-маркер присвоен нескольким входам/выходам, то вводимые свойства будут ассоциированы со всеми областями каркаса, имеющими данный номер-маркер),

- номер потока (указывается номер потока (см. п.5.5.10), который должен быть ассоциирован с данным входом/выходом),

- тип границы,

- определяющее значение.

В пункте «тип границы» указывается тип граничного условия, Таблица 5.1: фиксированное давление, Рисунок 5.12, или свободный массовый расход, Рисунок 5.13. Для проемов, связанных с окружающей средой (двери наружу из здания, открытые окна), нужно выбирать «фиксированное давление», а для описания работы систем дымоудаления или подпора воздуха – «свободный массовый расход».

В пункте «определяющее значение» задается либо значение (относительного) давления (Па), либо массовый расход (кг/с). Положительное значение массового расхода означает, что газы удаляются из здания, отрицательное – наоборот. Для фиксированного давления необходимо использовать значение 0 (соответствует атмосферному давлению).

Таблица 5.1 – Виды типов границ и их значения

<table>
<tr><th colspan="3">Тип границы</th></tr>
<tr><td colspan="2">Фиксированное давление
Применяется для проемов, связанных с окружающей средой (двери наружу из здания, открытые окна)</td><td>Свободный массовый расход
Применяется для описания работы систем дымоудаления или подпора воздуха</td></tr>
<tr><th colspan="3">Определяющее значение</th></tr>
<tr><td rowspan="2">0 (Па), рекомендуется – таким образом задается относительное давление на границе, что можно интереперитровать как соответствие давления на данной границе атмосферному</td><td>> 0 (кг/с)</td><td>Газы удаляются из здания (выход)</td></tr>
<tr><td>< 0 (кг/с)</td><td>Газы поступают в здание (вход)</td></tr>
</table>

Важно! Если определено более одного входа\выхода, нельзя одновременно использовать в качестве типа границы для разных входов\выходов «фиксированное

давление» и «свободный массовый расход» с нулевым значением (это приведет к некорректным результатам расчета).

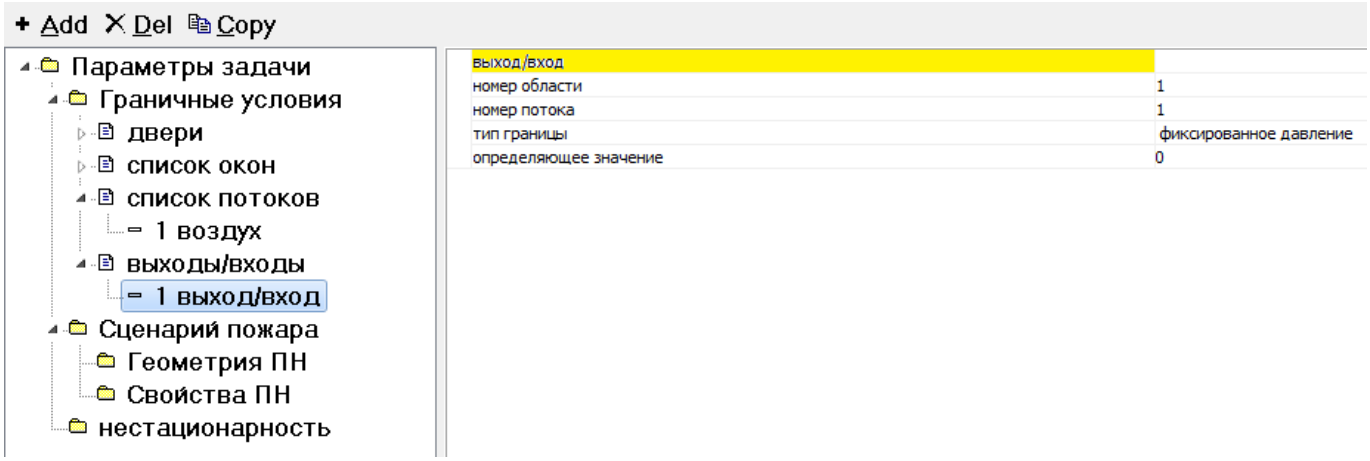


Рисунок 5.12 – Список входов/выходов. Фиксированное давление

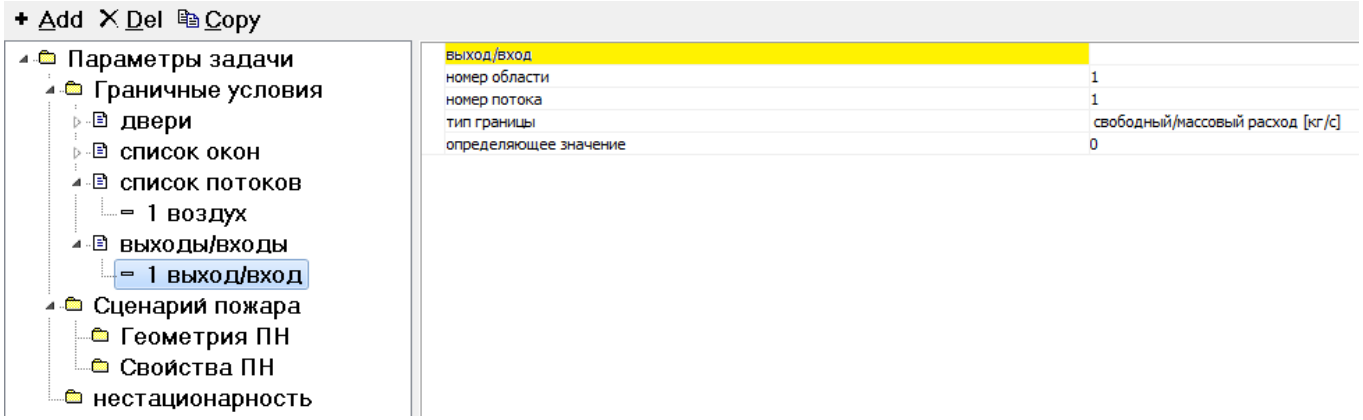


Рисунок 5.13 – Список входов/выходов. Свободный массовый расход

Если задан единственный поток, который ассоциирован с единственным входом/выходом, тогда температура этого потока определяет температуру и внутри здания и снаружи. Все последующие потоки определяют температуру внешней среды к расчетной области.

5.5.12. Сценарий пожара: геометрия ПН

В пункте *«Геометрия ПН»* в окне «Геометрия ПН» справа от дерева «Параметры задачи» указываются:

- номер-маркер области (зоны) в каркасе здания, в которой предполагается размещение очага пожара, то есть номер, присвоенный этой области в п. 4.5.10;

- абсолютные координаты центра этой области, Рисунок 5.14.

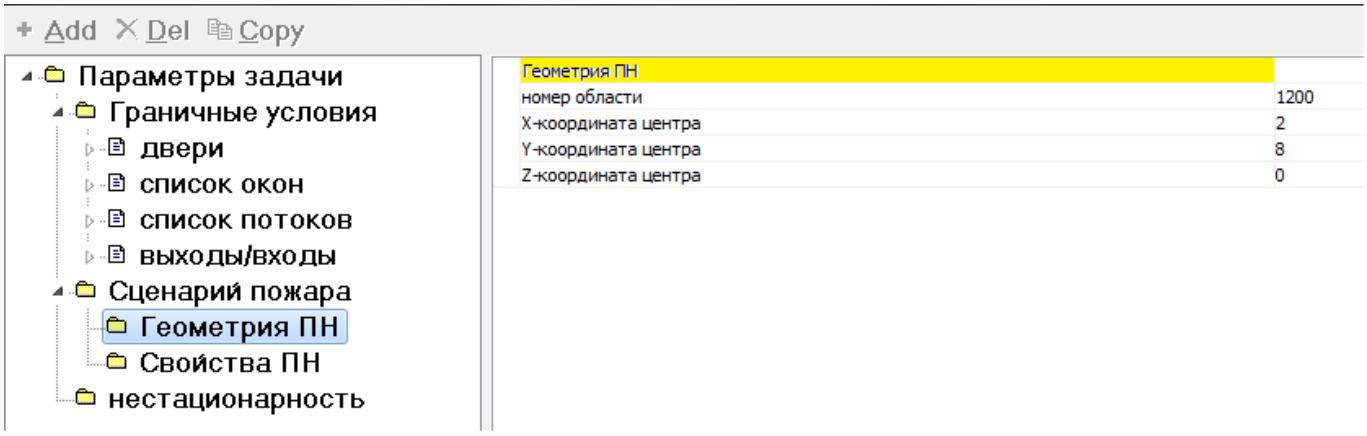


Рисунок 5.14 – Описание расположения очага пожара

5.5.13. Сценарий пожара: свойства ПН

В пункте *«Свойства ПН»* задаются параметры, описывающие свойства пожарной нагрузки, согласно утвержденной Методике [1], Рисунок 5.15.

Список характеристик пожарных нагрузок можно взять из справочника, доступ к которому осуществляется через окно интерфейса модуля «Расчет ОФП», «Библиотека данных типовой пожарной нагрузки», Рисунок 5.1, или иных официальных источников.

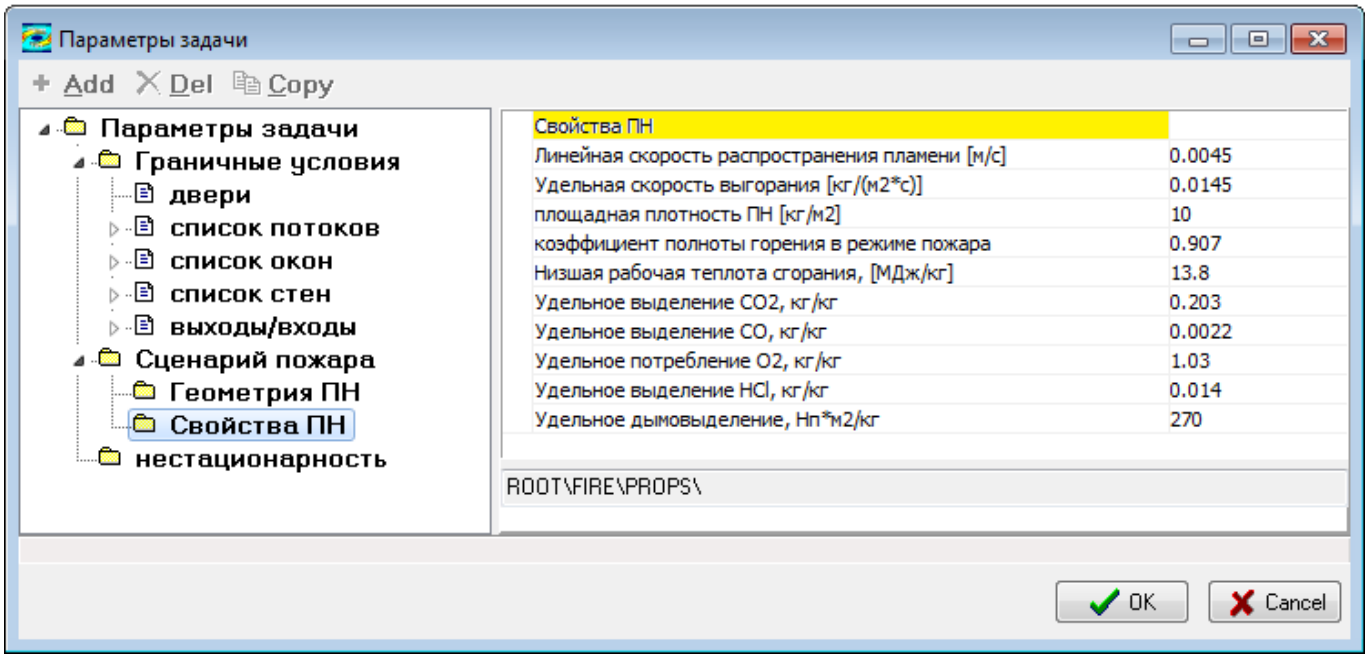


Рисунок 5.15 – Описание свойств ПН

Коэффициент полноты горения изменяется от 0 до 1, рекомендуется задавать 0.75-0.9 [1].

Площадная плотность задает совокупную массу (в кг) горючего материала на 1 м^2.

Внимание! В программе удельное выделение кислорода O_2, задается положительной величиной. Низшая рабочая теплота сгорания в МДж/кг.

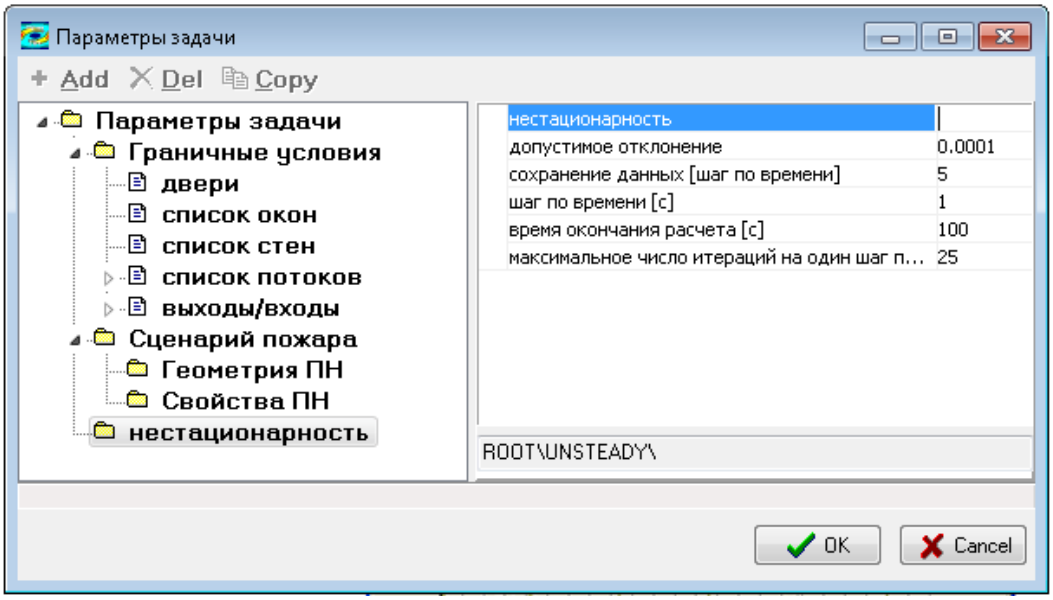


Рисунок 5.16 – Задание временных параметров математической модели

5.5.14. Нестационарность

В пункте **«нестационарность»** описываются временные параметры математической модели, Рисунок 5.16:

- допустимое отклонение – определяет, по достижению какой величины невязки осуществляется переход к расчету на следующем временном шаге (по умолчанию – 0,0001);
- сохранение данных – определяет количество временных шагов, через которое будет производиться сохранение данных, шт. (по умолчанию – каждый 5-й шаг производится запись результатов расчета);

– шаг по времени, [с] – определяет длительность расчетного шага (по умолчанию 1 с);
– время окончания расчета, [с] – определяет длительность периода реального времени, в течение которого будет моделироваться развитие пожара;
– максимальное число итераций на один шаг по времени, шт. – определяет максимальное число итераций на временном шаге, после которого, даже при условии недостижения требуемой величины невязки, будет произведен переход на следующий временной шаг (по умолчанию -25).

5.5.15. Сохранение параметров расчета ОФП

После задания всех параметров задачи для выхода и сохранения нажимается кнопка «Ок», расположенная в нижнем правом углу окна «Параметры задачи», Рисунок 5.16. Данные о параметрах задачи расчета ОФП сохранятся в файлах с расширением *.apr *.ini в папке OFP, которую программа сформирует автоматически в папке проекта.

5.6. Выполнение расчета

После задания всех параметров в окне «OFP» нажимается кнопка **«Расчет»,** Рисунок 5.1, после чего начинается расчет. Во время расчета появляются два окна, Рисунок 5.17: левое содержит числовое отображение процесса расчета и панель управления расчетом, а в правом отображаются графики сходимости рассчитываемых величин на каждом расчетном шаге:

U, V, W – компоненты скорости;

P - давление;

TKE, TED – турбулентная кинетическая энергия и диссипация кинетической энергии турбулентности;

fuel, O_2, HCl, CO, H_2O – концентрации газовых компонент соответственно;

RAD – плотность потока энергии излучения;

ENTH – энтальпия.

Запись «ALLOC» отображает процесс выделения памяти.

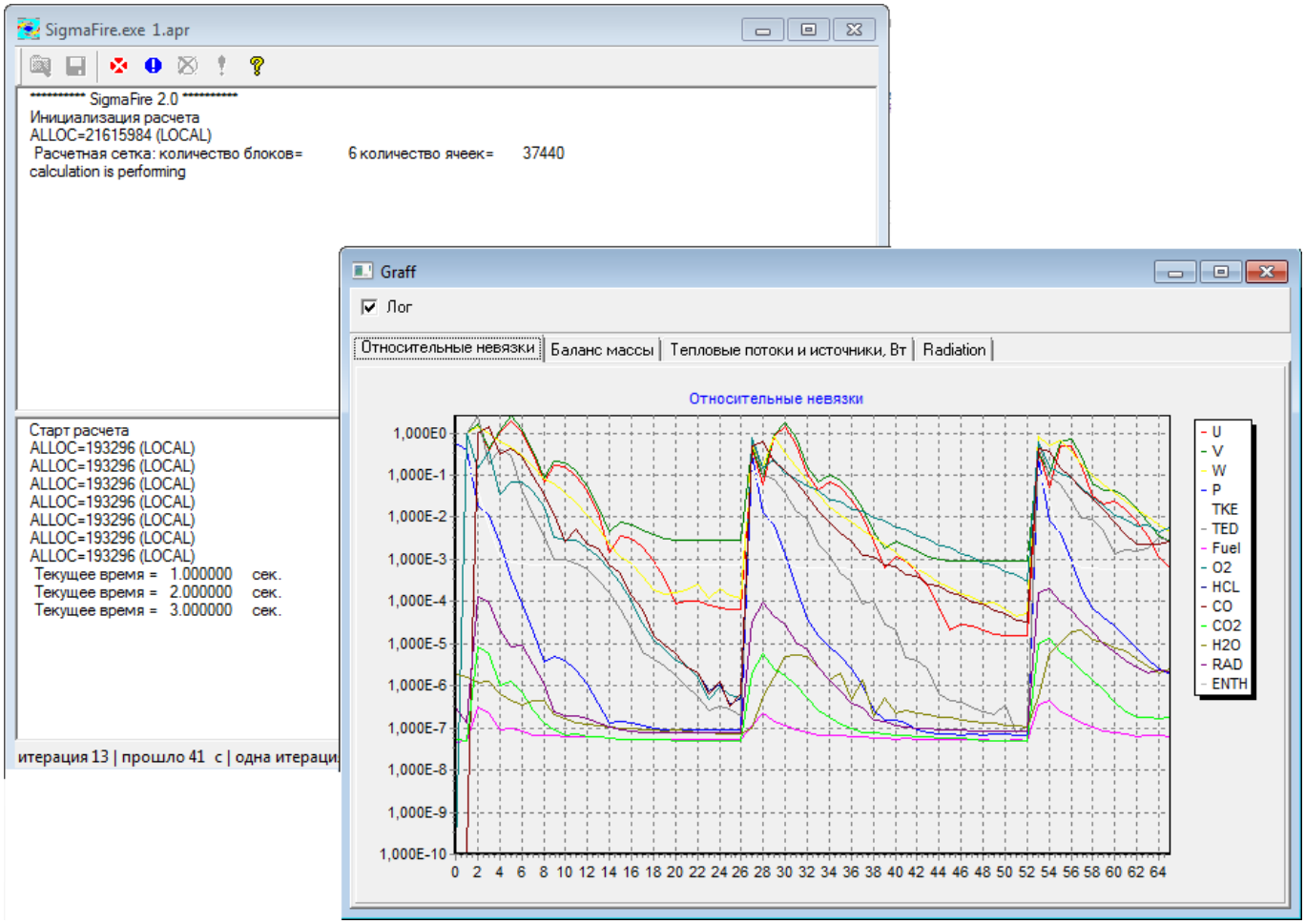


Рисунок 5.17 – Экранные формы контроля за расчетом распространения ОФП

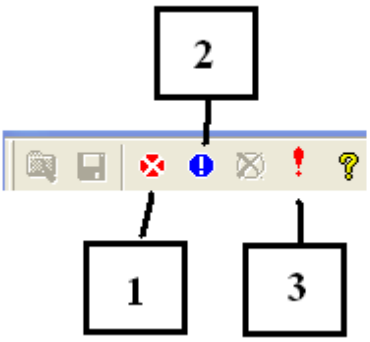


Рисунок 5.18 – Панель управления расчетом.

Панель управления расчетом содержит три основных элемента управления:

- остановка расчета (1, Рисунок 5.18),

- пауза (2, Рисунок 5.18),

- продолжение расчета после паузы (3, Рисунок 5.18).

По мере протекания расчета все результаты автоматически сохраняются. Если расчет прерван (остановлен), то будут сохранены все результаты, полученные вплоть до последнего рассчитанного временного шага.

По окончании расчета выдается сообщение об окончании расчета с указанием количества рассчитанных секунд или его прерывании с указанием причины.

5.7. Возможные ошибки и прерывание расчета

ВНИМАНИЕ! Если было рассчитано существенно меньшее количество секунд, чем задано в п. 5.5.14 (например, задано 500 с, а рассчитано 100-200 с), и расчет завершился успешно, это признак того, что расчет разошелся, то есть на определенном расчетном шаге не достигнуты условия сходимости итерационной процедуры. Факт «разваливания» расчета также отображается в графиках сходимости, Рисунок 5.19 содержит примеры таких графиков сходимости с указанием вероятных причин.

Если все задано верно, рекомендуется (в порядке значимости):

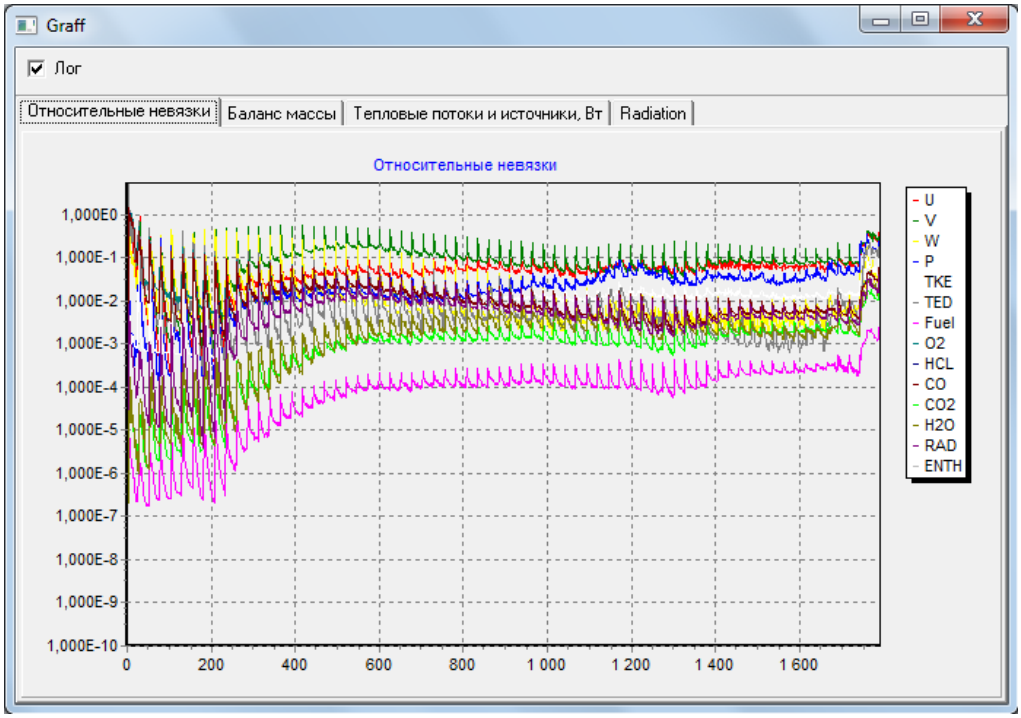
- выявить такой блок(и), у которого хотя бы один линейный размер меньше размера ребра ячейки, выделить этот блок и разбить с шагом, чтобы по всем направлениям было, как минимум 2 ячейки (перестроить сетку, найти контакты, сохранить каркас и сетку);

- уменьшить длину расчетного шага (шаг по времени, п.5.5.14),

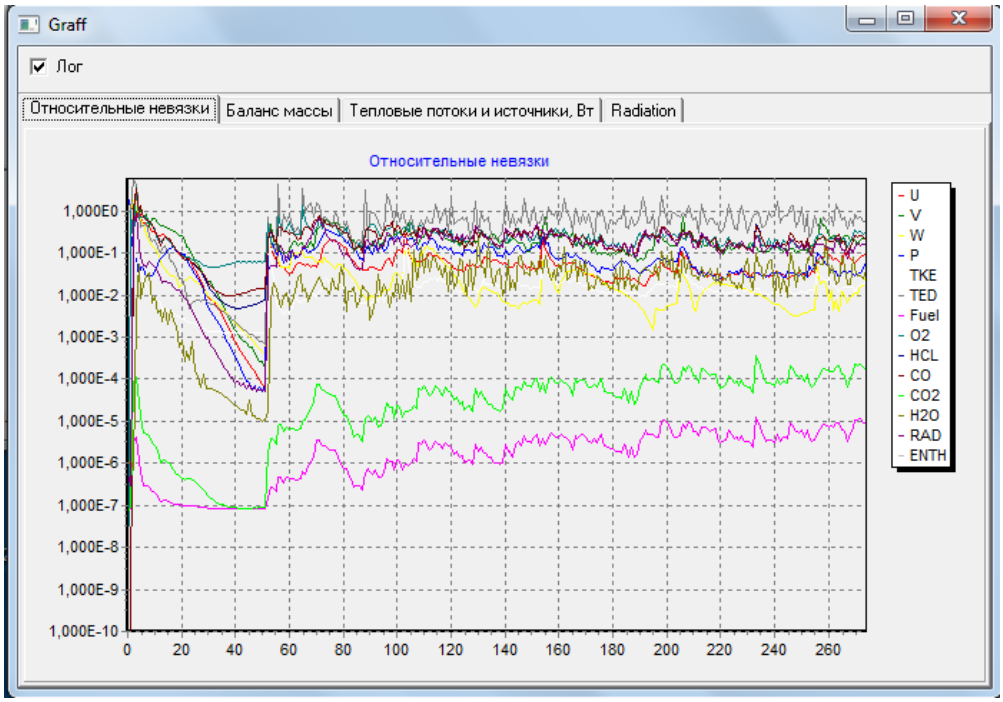
- увеличить максимальное количество итераций, приходящихся на один расчетный шаг по времени, п.5.5.14,

- уменьшить размер ребра ячейки в сетке для всех блоков (перестроить сетку, найти контакты, сохранить каркас и сетку);

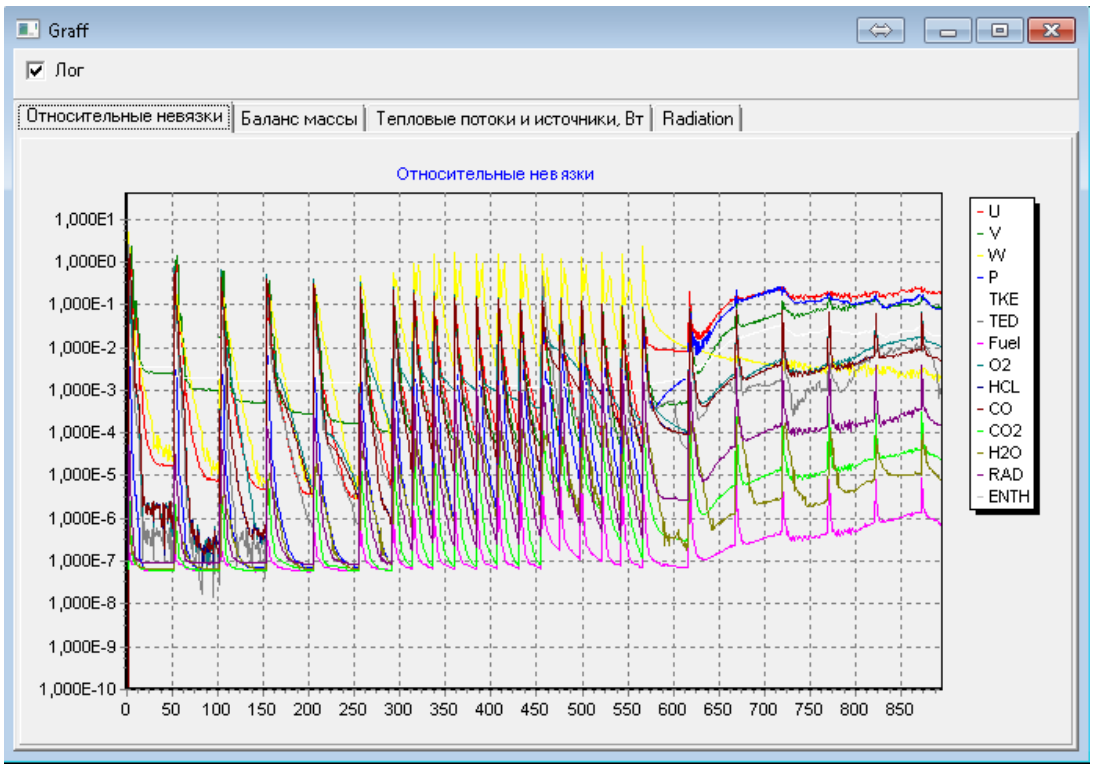
- проверить корректность условий закрывания/открывания дверей, п. 5.5.7, с тем чтобы убедиться, что не возникает ситуации, что изменение состояния двери (дверей), находящихся внутри расчетной области, на «закрыто» полностью изолирует блок или часть блоков, вошедших в расчетную область (то есть нарушается связь с остальными блоками и внешней средой).



а) вероятная ошибка – большой «Шаг по времени», п.5.5.14



б) вероятная ошибка – некорректные свойства пожарной нагрузки (единицы измерения)



в) вероятная ошибка – нарушена связанность расчетной области (например, за счет закрывшихся дверей, п.5.5.7)

Рисунок 5.19 – Графики сходимости «развалившегося» расчета

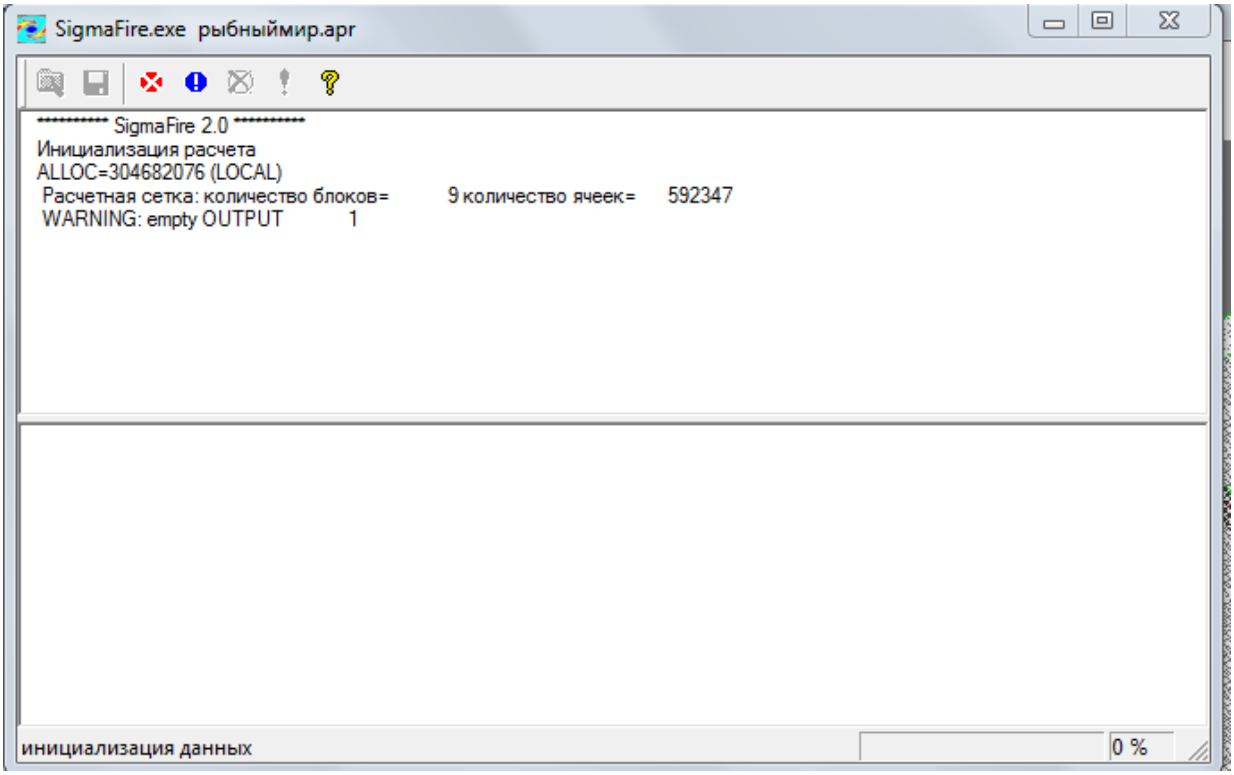


Рисунок 5.20 – Сообщение об ошибке при неопределенном входе/выходе

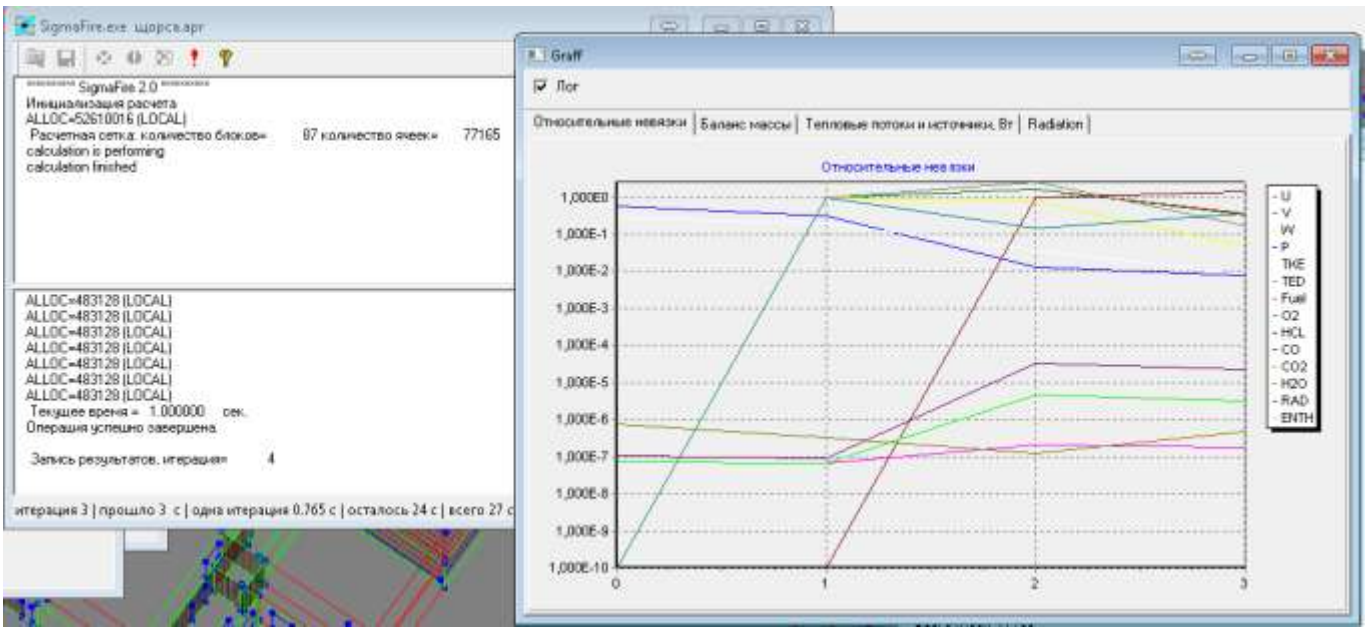


Рисунок 5.21 – Сообщение о состоянии расчета и графики сходимости прервавшегося расчета

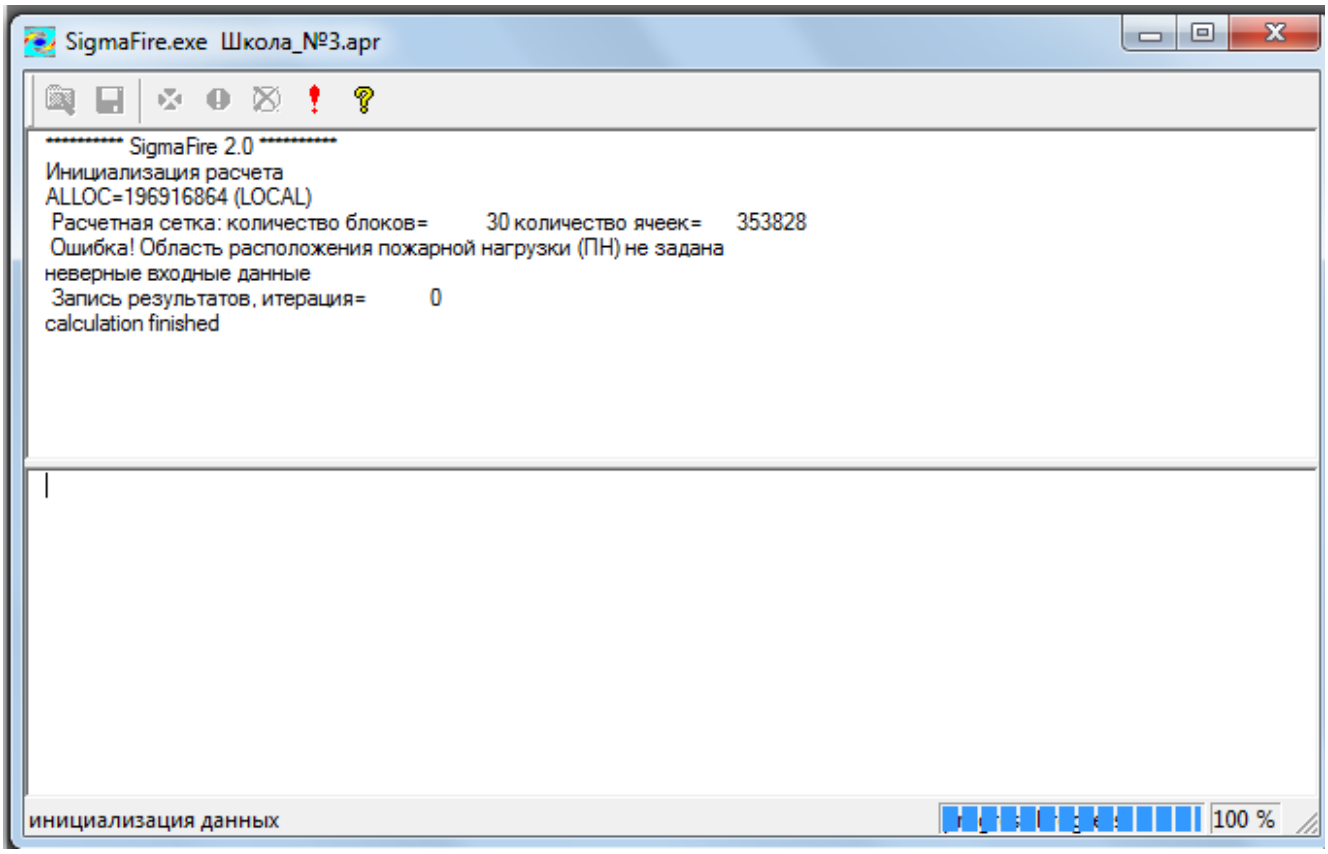


Рисунок 5.22 – Сообщение об ошибке прервавшегося расчета

Возможны ошибки, которые не позволяют расчету начаться. Так на Рисунок 5.20 ошибка соответствует ситуации, когда в «Граничных условиях» и/или

«Геометрии ПН» указаны номера областей, не указанных в списке «Входы и выходы» инструмента «Сетка» в модуле «Подготовка здания», п. 4.5.10.

На Рисунок 5.21 представлено сообщение о прервавшемся расчете, причиной чего может быть: наличие изолированных блоков в расчетной области, неправильно заданные свойства пожарной нагрузки (например, характеристику «Удельное потребление O_2» следует задавать положительной величиной) или другие аналогичные ошибки. В этом случае на первом расчетном шаге расчет прерывается.

На Рисунок 5.22 представлено сообщение об ошибке в задании области расположения пожарной нагрузки. Такая ошибка возможна, если:

- указанные координаты в п. 5.5.12 не соответствуют области, указанной в качестве области расположения пожарной нагрузки;

- блок, в котором располагается область пожарной нагрузки, не включен в расчетную область (имеет активным свойство «Исключаемый»).

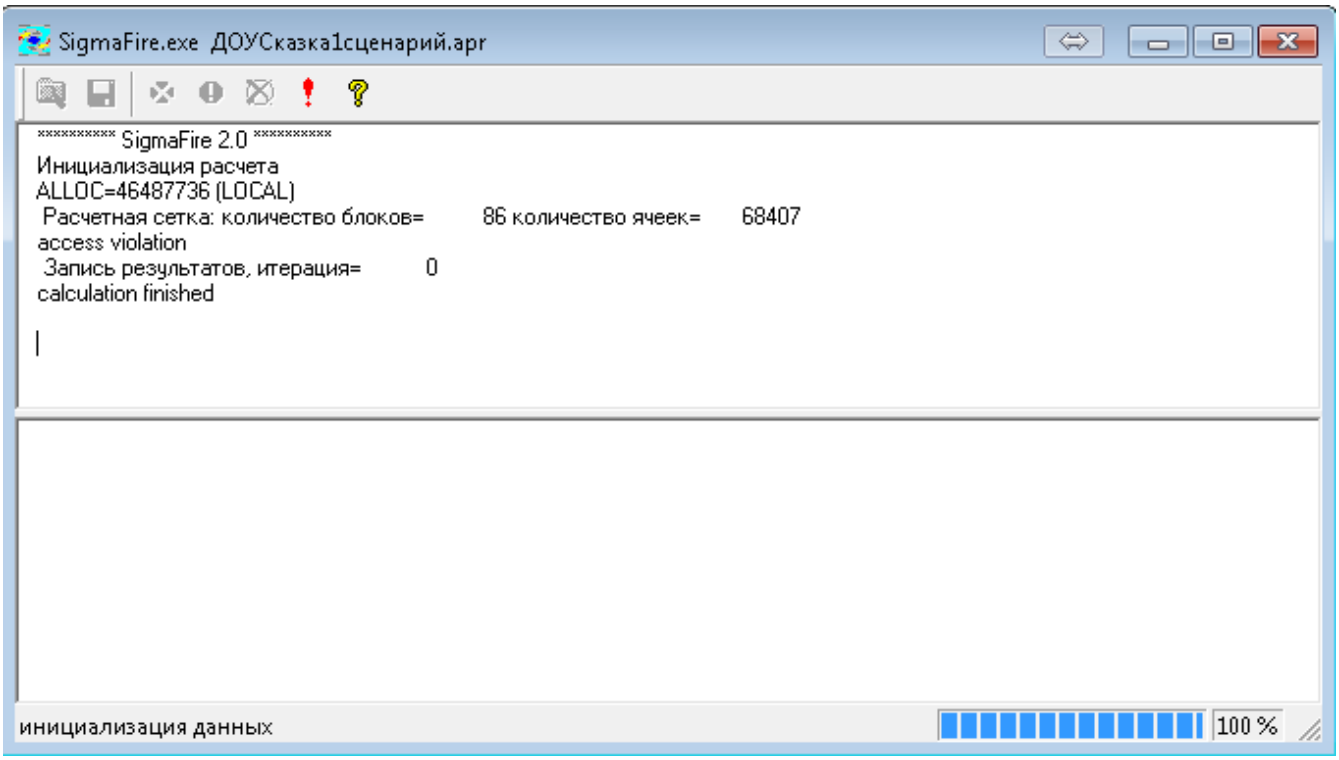


Рисунок 5.23 – Сообщение об ошибке при наличии изолированных областей

На Рисунок 5.23 представлена ошибка, которая возникает при задании тип граница для внутренней грани, содержащей проем, включенный в расчетную

область, и результате чего образуется замкнутый блок, изолированный от остальной расчетной области. Данная ситуация отображена на Рисунок 5.24. Для исправления ошибки следует снять тип «Граница» у выделенной грани 11, пересчитать сетку, заново найти контакты, сохранить данные и запустить расчет.

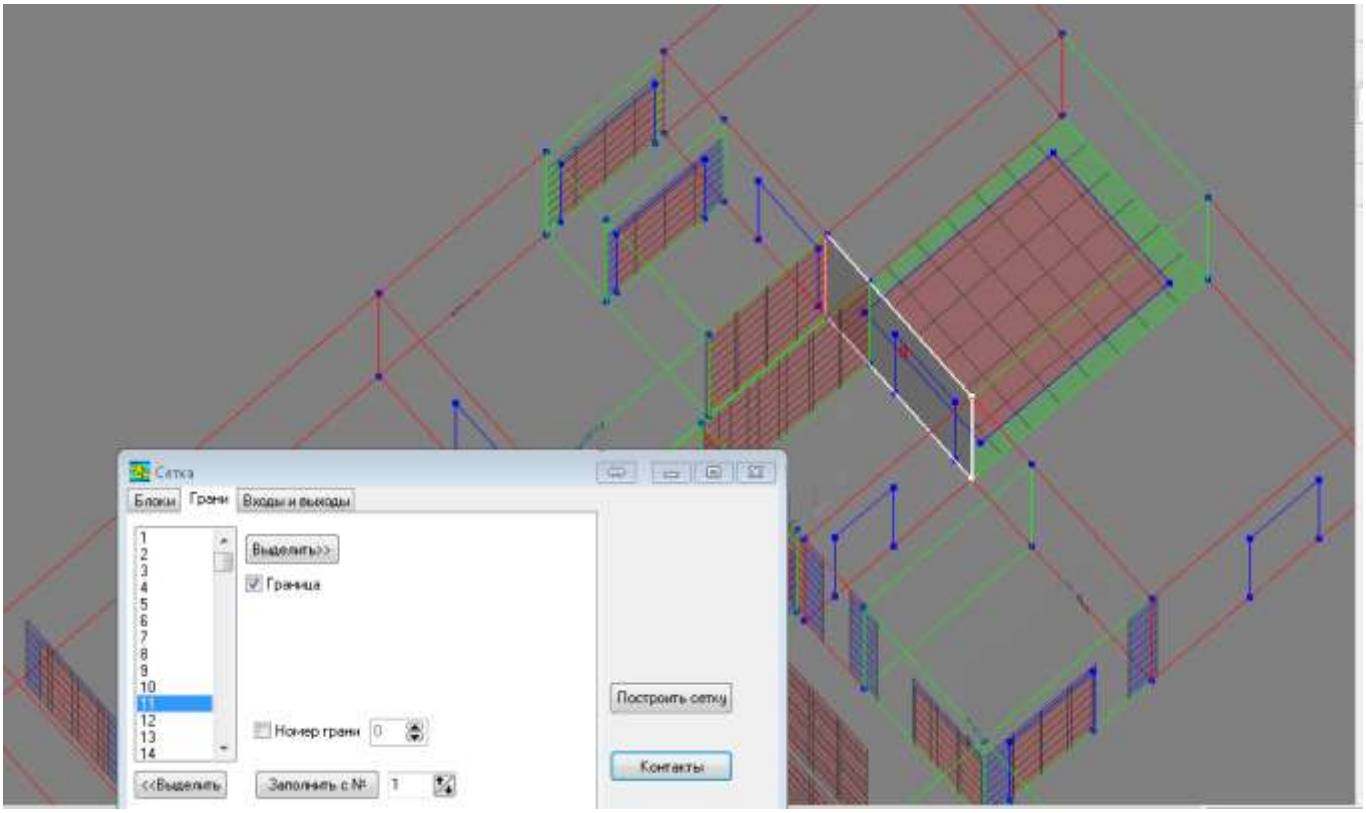


Рисунок 5.24 – Причина ошибки – внутренняя грань обозначена границей, что дает изолированную область от остального объема расчетной области

На Рисунок 5.25 представлено сообщение, которое возникает при ошибках в задании расчетной сетки:

- в список «Входы и выходы» (модуль «Подготовка здания», инструмент «Сетка», закладка «Входы и выходы») включена область с положительным маркером, лежащая внутри расчетной области (нужно удалить такую область из списка, кнопка «Удалить», и добавить ее с отрицательным маркером затем перестроить сетку (кнопка «Построить сетку») и найти контакты (кнопка «Контакты»), сохранить сетку и каркас, перезапустить расчет).

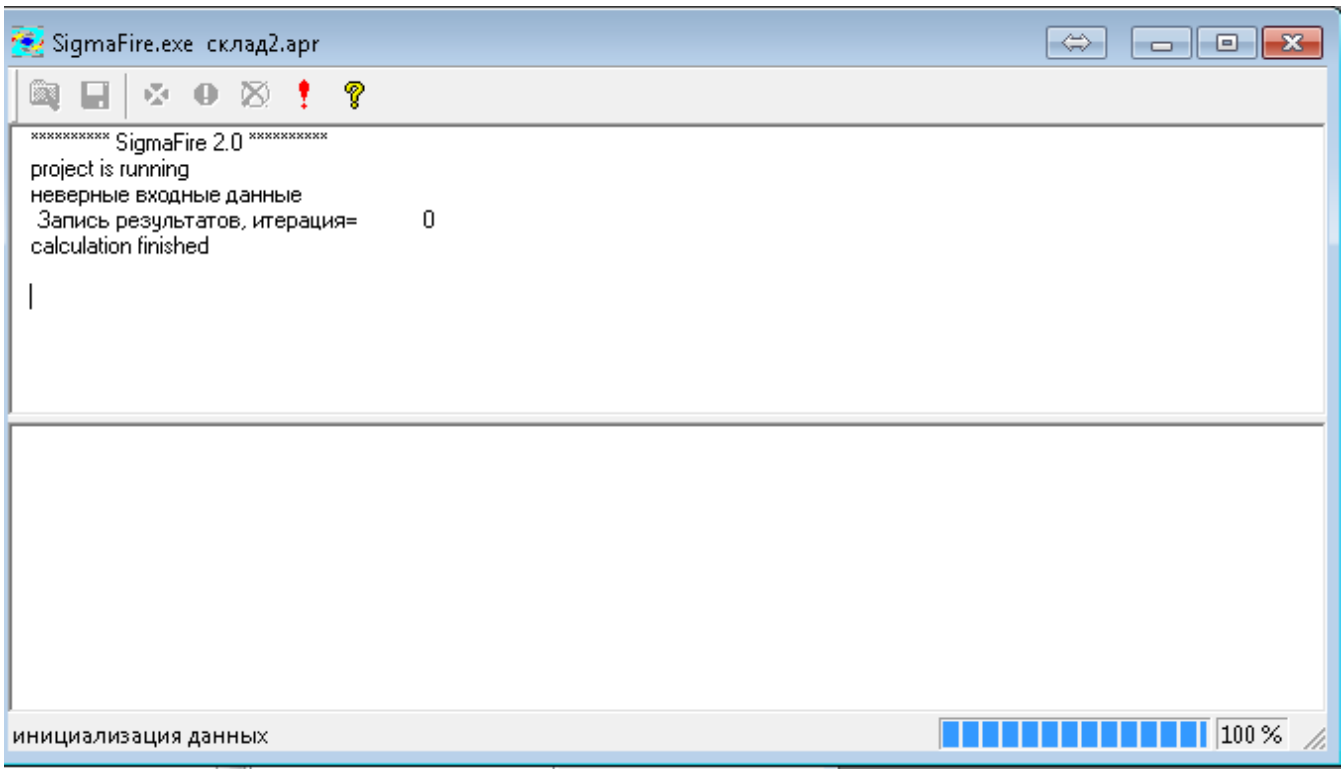


Рисунок 5.25 – Сообщение об ошибке при неверном маркировании областей расчетной сетки

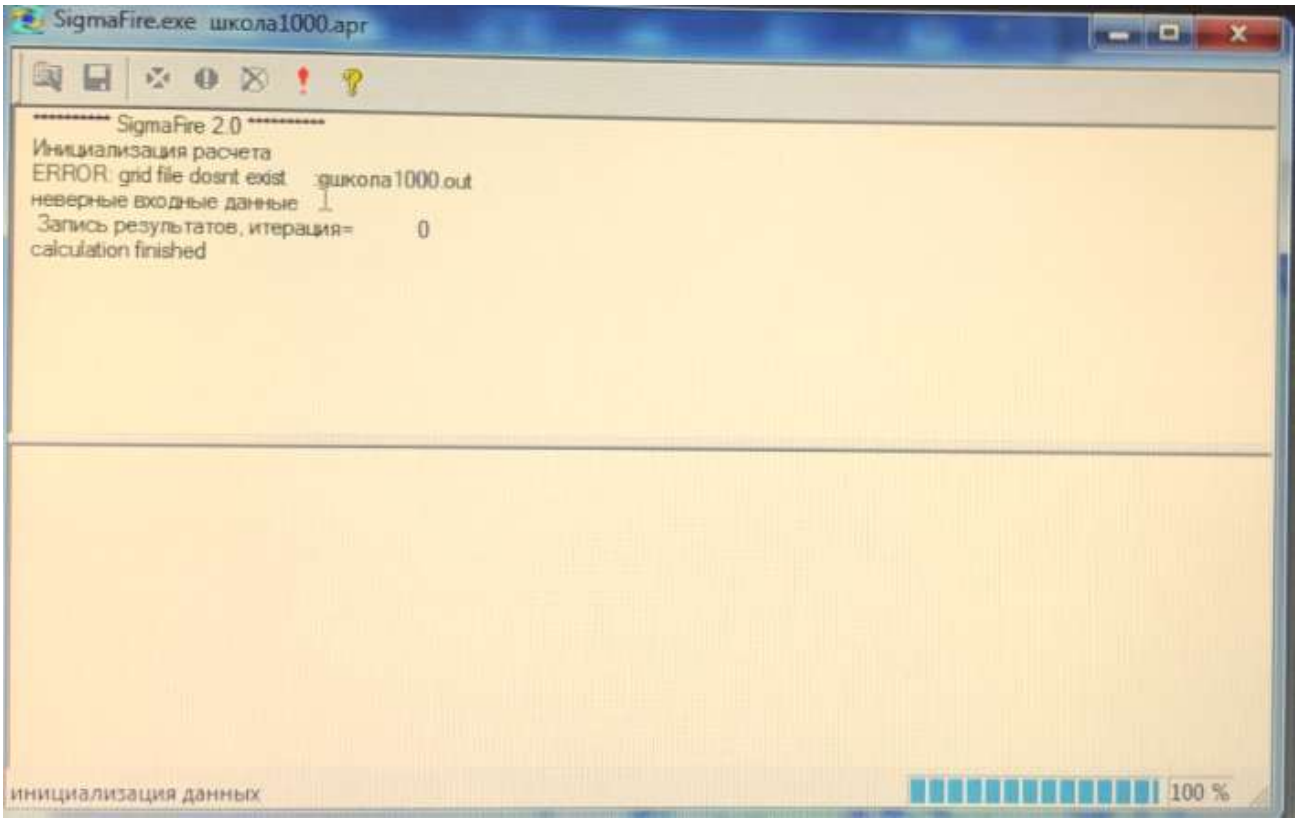


Рисунок 5.26 – Сообщение об ошибке при отсутствующей сетке

Ошибка на Рисунок 5.26 возникает, если отсутствует сетка, возникает часто по причине несохранения сетки и каркаса после создания сетки, п.4.5.11.

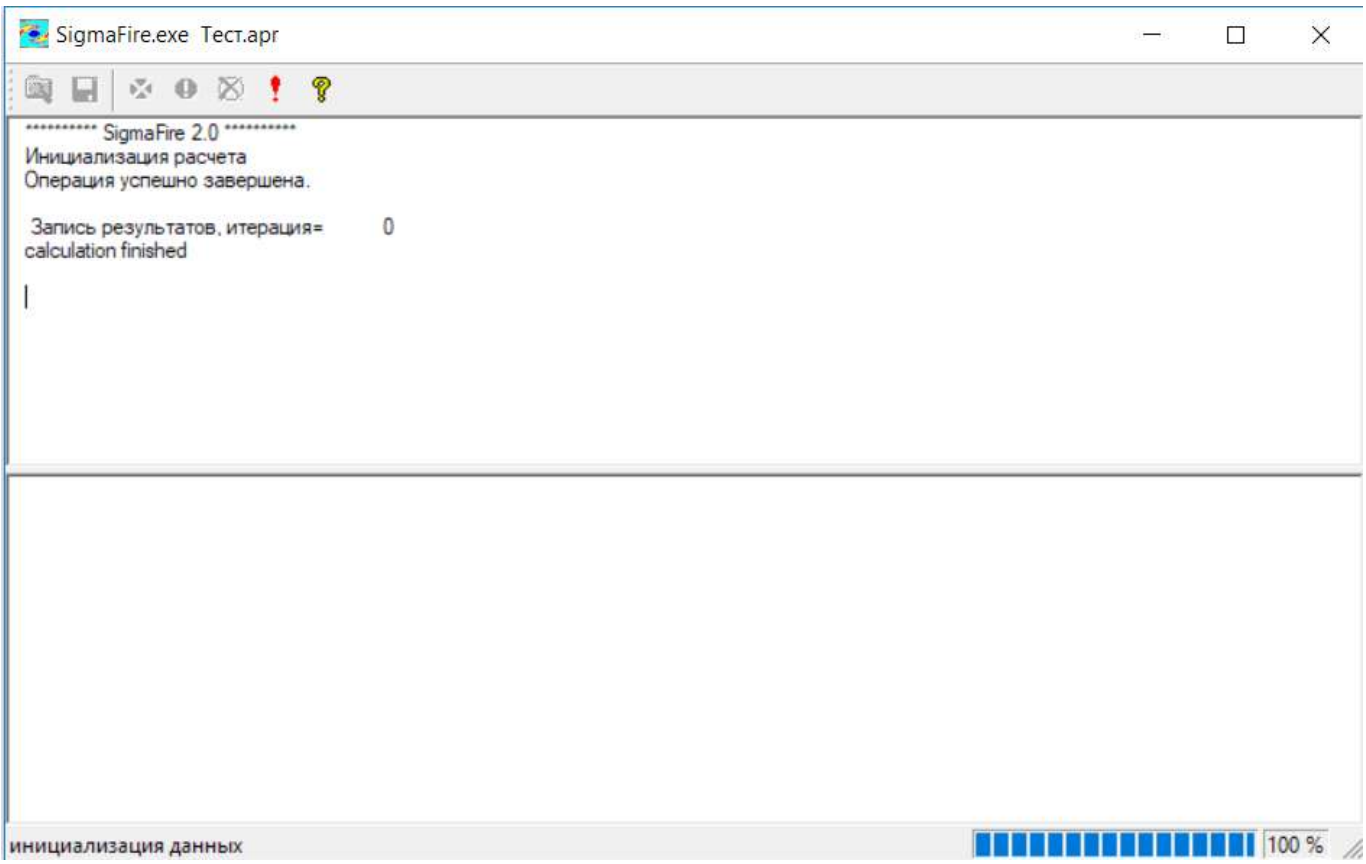


Рисунок 5.27 – Сообщение об ошибке при неверном разбиении блоков на ячейки при построении сетки

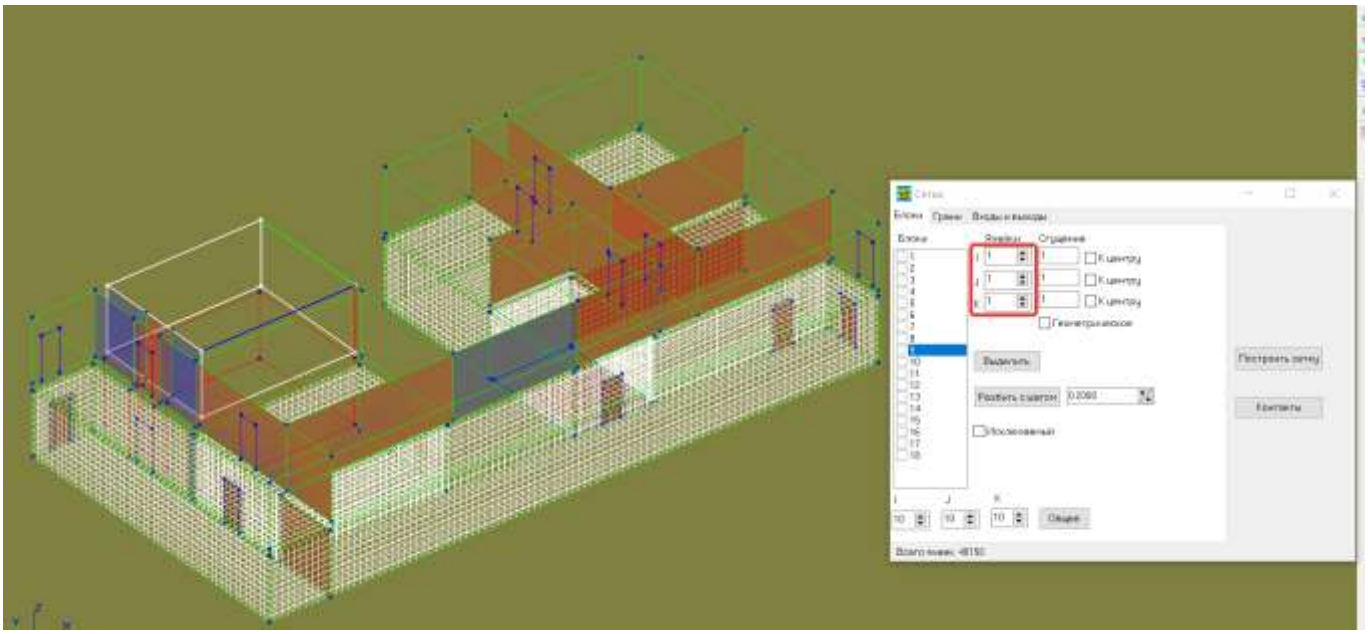


Рисунок 5.28 – Причина ошибки – неправильное имя файла проекта (содержит пробелы и/или точку), испорчен файл настроек расчета ОФП

Сообщение об ошибке, представленное на Рисунок 5.27 возникает в случае, если не все блоки, включенные в расчетную область, разбиты на ячейки. Характерные признаки такой ситуации представлены на Рисунок 5.27: блок 9, включенный в расчетную область (галка «Исключаемый» не активна, ребра не окрашены в красный цвет) состоит из 1 ячейки (это видно в разделе «Ячейки», отображающем количество ячеек в каждом из трех измерений). Для устранения проблемы нужно выделить все (или только не разбитые на ячейки) блоки в списке «Блоки» в инструменте «Сетка», задать шаг сетки и нажать кнопу «Разбить с шагом», затем перестроить сетку (кнопка «Построить сетку») и найти контакты (кнопка «Контакты»), сохранить сетку и каркас, перезапустить расчет.

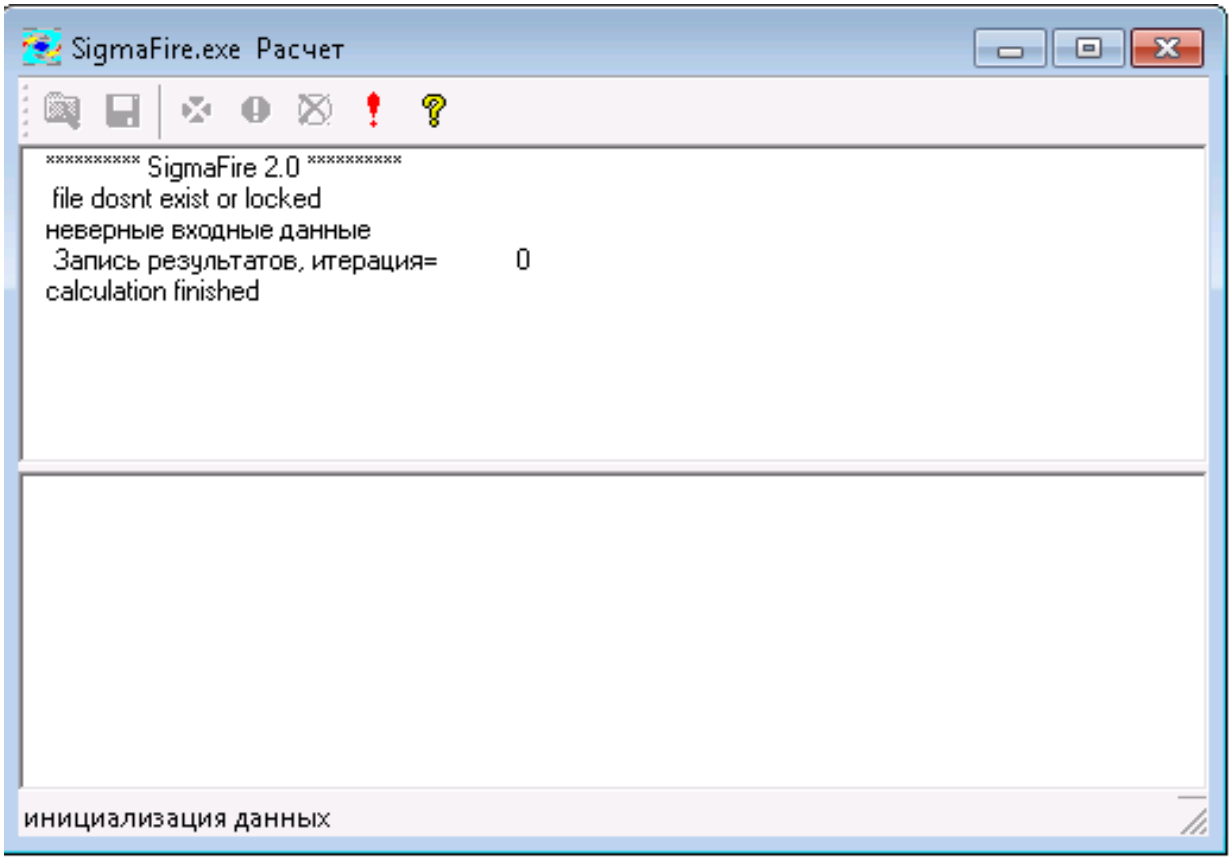


Рисунок 5.29 – Сообщение об ошибке при неправильном имени файла проекта (содержит пробелы и/или точку), испорчен файл настроек расчета ОФП

На Рисунок 5.29 представлена ошибка, которая возникает, если файл проекта имеет неправильное имя – содержит пробелы и/или точку (как допустимо именовать

файлы проекта изложено в п. 3.2.1.). Для исправления ошибки необходимо переименовать файл проекта (файл с расширением xml – например, проект1.xml), переименовать файл, содержащий информацию о каркасе (файл с расширением sgb – например, проект1.sgb), удалить папку OFP из папки проекта. Далее открыть проект в модуле «Подготовка здания», перестроить сетку, выполнить сохранение каркаса и сетки. Далее открыть модуль «Расчет ОФП \ Параметры задачи», ввести заново все данные, сохранить, запустить расчет.

Другая причины ошибки, представленной на Рисунок 5.29, является повреждение файла настроек расчета ОФП. В этом случае необходимо удалить папку OFP из папки проекта. Далее открыть проект в модуле «Подготовка здания», перестроить сетку, выполнить сохранение каркаса и сетки. Далее открыть модуль «Расчет ОФП \ Параметры задачи», ввести заново все данные, сохранить, запустить расчет.

5.8. Конвертация данных расчета распространения ОФП

Назначение: конвертирование данных расчета распространения ОФП является необходимым для визуализации и анализа полей ОФП в модуле «Визуализация». Процедура конвертации формирует из трехмерных расчетов плоские срезы полей ОФП на заданной высоте с частотой, указанной в разделе «Параметры задачи» -> «Нестационарность» -> «Сохранение данных [шаг по времени]», п. 5.5.14. Процедуру конвертации необходимо совершать всякий раз, когда произведен новый расчет.

Условия выполнения: чтобы выполнить конвертацию должен быть выполнен расчет распространения ОФП.

Запуск модуля «Конвертация» осуществляется через пункт главного окна интерфейса модуля «Расчет ОФП», Рисунок 5.1, после чего откроется окно «ОФП, конвертация данных», Рисунок 5.30.

Окно содержит четыре поля:

- В поле «Здание» указывается путь к файлу геометрии здания (по умолчанию указывается название текущего проекта, имеет расширение «.xml»);
- В поле «Проект» указывается путь к файлам, содержащим данные расчета (по умолчанию указывается путь к данным текущего проекта, которые находятся в папке <… «имя папки проекта»\OFP> и имеют расширение «*.bin»; так как расчет нестационарный, то файлов bin несколько, указывается первый из списка);
- «Высота», м, определяет, на какой высоте от пола этажа будут формироваться срезы (по умолчанию высота равна 1,7 м);
- «Шаг», м, определяет пространственную (горизонтальную) дискретизацию данных полей ОФП на срезах (по умолчанию шаг равен 0,2 м).

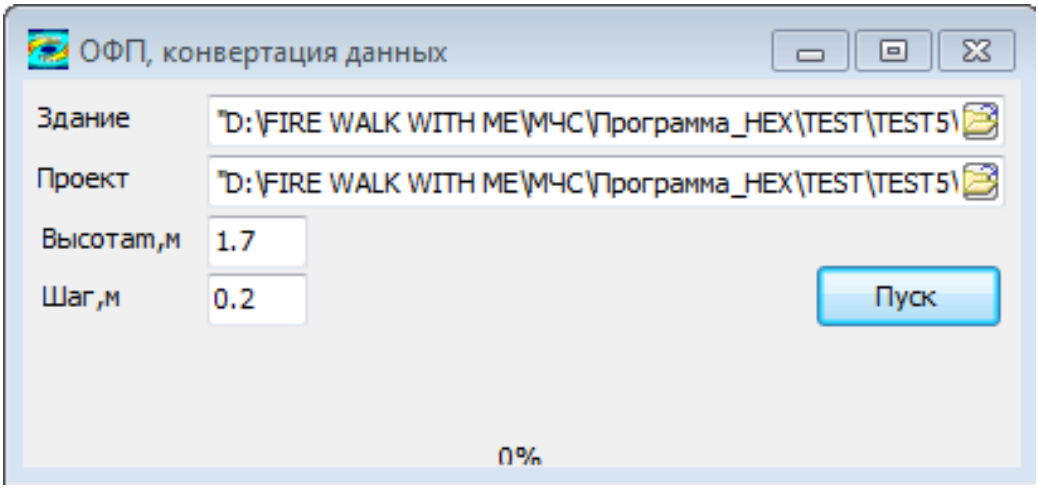


Рисунок 5.30 – Рабочее окно конвертора полей ОФП

Нижняя строка показывает процент готовности срезов полей ОФП.

Конвертация запускается нажатием кнопки «Пуск». Одновременно осуществляется конвертация расчетов для всех ОФП. После завершения процедуры данные автоматически записываются в файл с расширением *.ofp, который размещается в корневой папке текущего проекта.

6. МОДУЛЬ ЗАДАНИЯ СЦЕНАРИЯ ЭВАКУАЦИИ

Назначение модуля – формирование входных данных по расположению препятствий (мебели) и людей (с заданием индивидуальных характеристик и маршрута эвакуации) и прочих дополнительных условий (состояния дверей внутри здания) для выполнения расчета эвакуации людей из здания.

Основные функции: чтение файла с геометрией здания и визуализация двумерных планов зданий, навигация по плану с возможностью выбора этажа, добавление объектов мебели (препятствий), добавление людей, изменение состояния дверей, редактирование свойств объектов плана (людей, препятствий, дверей), сохранение результатов проектирования.

6.1 Подготовительные действия. Интерфейс модуля

Модуль запускается через окно главного интерфейса программы нажатием кнопки «Создание сценария эвакуации» (Рисунок 6.1).

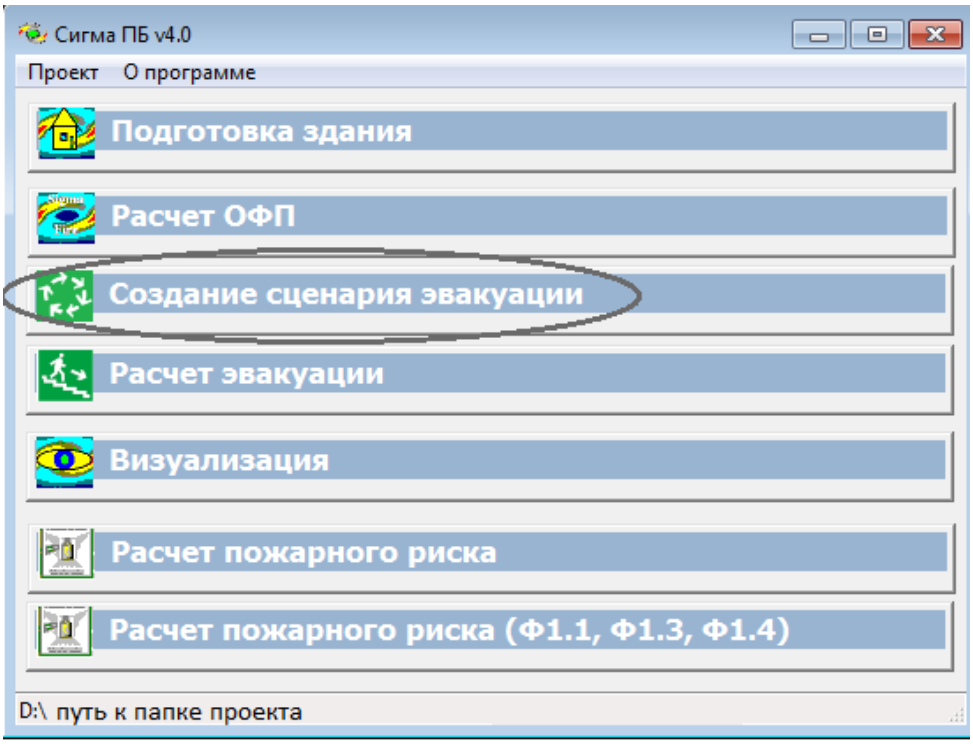


Рисунок 6.1 – Запуск модуля редактора сценариев эвакуации из главного окна интерфейса программы «Сигма ПБ»

Для того чтобы приступить к созданию сценария эвакуации необходимо наличие файла с геометрией здания (например, building.xml), который является основным файлом проекта. Этот файл должен лежать в корневом каталоге папки текущего проекта.

После нажатия кнопки «Создание сценария эвакуации» открывается окно «Eva Edit - Редактор сценариев эвакуации», Рисунок 6.2. По умолчанию загружается двумерный план здания, сохраненный в файле геометрии (например, building.xml), который находится в основном каталоге текущей папки проекта. Открытые на текущий момент файлы указаны внизу рабочего окна редактора.

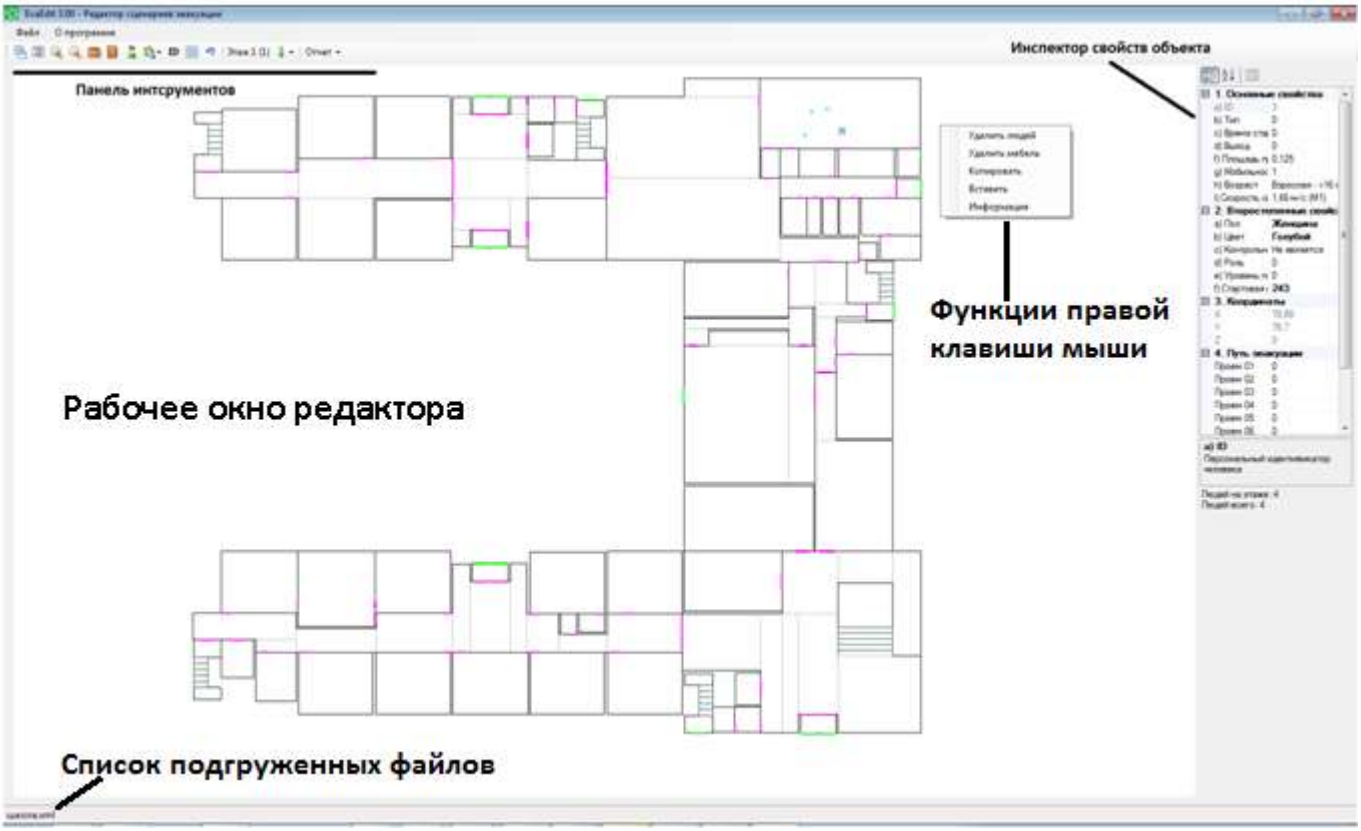


Рисунок 6.2 – Окно модуля «Редактор сценариев эвакуации»

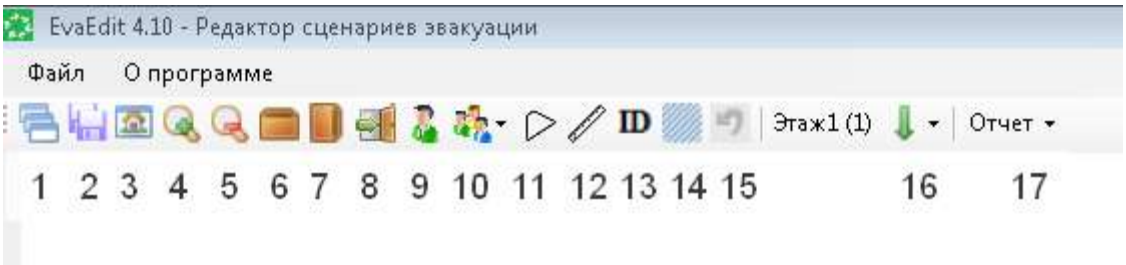


Рисунок 6.3 – Панель инструментов «Редактора сценариев эвакуации»

Редактор сценариев эвакуации содержит инструменты, Рисунок 6.3:

1 - «Открыть людей, мебель, двери», одновременное открытие (при наличии) всех файлов из папки проектов, с которыми «умеет» работать редактор (которые хранят информацию о людях, мебели (препятствиях), дополнительных свойствах дверей, которые может указывать пользователь);

2 – «Сохранить, людей, мебель двери», сохраняет сразу все измененные данные по людям, мебели, дверям в отдельные файлы, как это предусмотрено идеологией работы в программе;

3 – «Изначальный вид», возвращает изображение плана этажа в вид, как при открытии файла;

4 – «Увеличить», увеличивает (приближает) изображение плана;

5 – «Уменьшить», уменьшает (удаляет) изображение плана;

6 – «Расстановка мебели», позволяет расставить прямоугольную мебель (действие кнопки отменяется по повторному нажатию!);

7 – «Расстановка произвольной мебели», позволяет расставить мебель, имеющей форму произвольного четырехугольника в проекции XY (действие кнопки отменяется по повторному нажатию!);

8 – «Заузить коридоры», расставляет препятствия для заужения ширины коридора в местах примыкания дверей, открывающихся в сторону коридора, на ширину половины полотна двери;

9 – «Расстановка людей», позволяет расставить людей на плане этажа по одному (действие кнопки отменяется по повторному нажатию!);

10 – «Авто расстановка людей», позволяет автоматически расставить группу людей в заданном режиме с заданными характеристиками;

11 – выделение область произвольной четырехугольной рамкой (однократным нажатием мыши в рабочее окно задаются последовательно четыре вершины области);

12 – линейка: отображение отрезка и его длины (последовательными кликами мышки с нажатой левой клавишей указываются концы отрезка);

13 – «Отображать ID», отображает уникальные номера элементов здания на плане этажа;

14 – «Отображать сетку», отображает сетку с шагом 0,5 м для удобства размещения объектов плана;

15 – «Отменить действия», отменяет последние действия, но не более трех;

16 – «Выбор этажа», позволяет выбрать из выпадающего списка этаж для отображения его плана;

17 – «Отчет», позволяет сформировать отчеты по исходным данным и схемы эвакуации с этажей.

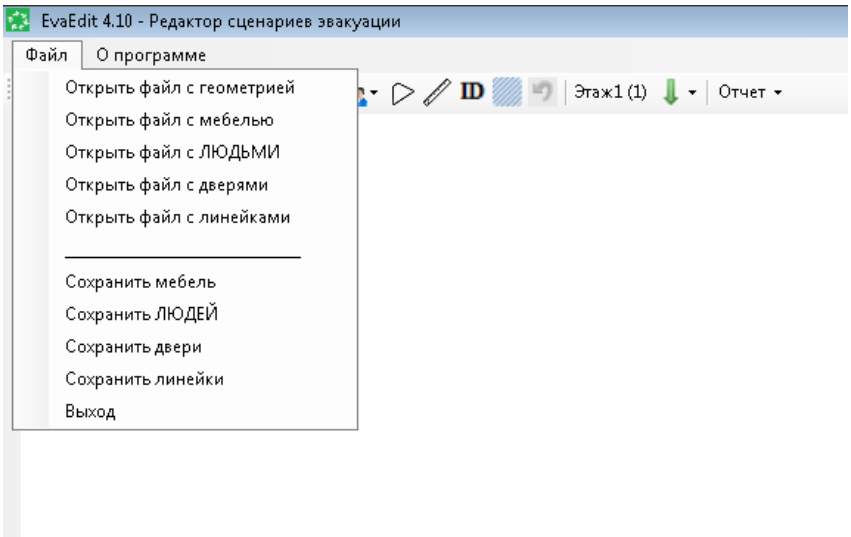


Рисунок 6.4 – Содержание пункта меню «Файл» Редактора сценариев эвакуации

Через пункт меню «Файл» можно:

- «Открыть файл с геометрией» (например, building.xml), в этом случае открытый файл подменяется открываемым;
- «Открыть файл с мебелью» (например, building_furniture.xml, если файл с мебелью был ранее открыт он подменится открываемым);
- «Открыть файл с людьми» (например, building_people.xml, если файл с людьми был ранее открыт он подменится открываемым);
- «Открыть файл с дверями» (например, building_doors.xml, если файл с дверями был ранее открыт он подменится открываемым);

- «Открыть файл с линейками» (например, building_ruler.xml, если файл с линейками был ранее открыт он подменится открываемым);
- «Сохранить мебель», сохраняется текущее состояние мебели;
- «Сохранить людей», сохраняется текущее состояние людей;
- «Сохранить двери», сохраняется текущее состояние дверей;
- «Сохранить линейки», сохраняется текущее состояние линеек;
- «Выход», позволяет выйти из программы.

Пункт меню «О программе» содержит информацию о назначении редактора и его разработчиках.

6.2 Загрузка данных

По умолчанию загружается двумерный план здания, сохраненного в файле геометрии (например, building.xml), который находится в основном каталоге текущей папки проекта.

Если целью работы с редактором является корректировка уже существующих файлов с описанием людей (расположение, индивидуальные характеристики), препятствий, условий на двери, тогда следует открыть эти файлы с помощью соответствующих пунктов раздела меню «Файл», Рисунок 6.4: «Открыть файл с мебелью» или «Открыть файл с людьми», или кнопки 1 панели инструментов, Рисунок 6.3 (в этом случае открываются все доступные файлы из папки проекта, которые распознает редактор).

Можно открывать файлы, относящиеся и к другому проекту, но (**Важно!**) при сохранении новых данных следует следить за каталогом, куда модуль предлагает выполнить сохранение.

Если целью работы с редактором является создание новых данных (расстановка людей и/или расстановка препятствий (мебели)), тогда следует приступить к выполнению соответствующих действий (расстановка людей – п.6.3.2, расстановка мебели – п.6.3.3).

6.3 Основные действия

Предусмотрено два способа вызова функций редактора: часть функций вызывается через панель инструментов (Рисунок 6.3), часть функций - по нажатию правой клавиши мыши в рабочем (основном) окне редактора, Рисунок 6.2 (эти функции могут быть применены к выделенным объектам плана – люди, препятствия).

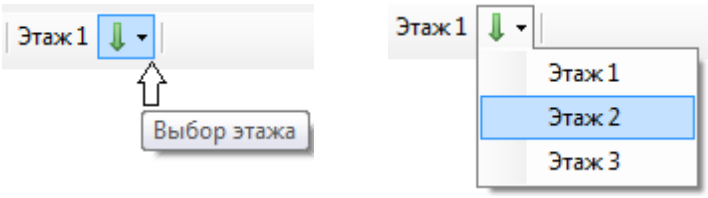
6.3.1 Навигация по этажам

Поддерживаются следующие виды навигации по плану, которые являются активными по умолчанию:

Ctrl+левая кнопка мыши+движение мыши вперед\назад	Изменение масштаба (приближение\удаление)
Прокрутка колесика мыши вперед\назад	
Shift+левая кнопка мыши	Перемещение (сдвиг)

Кнопка 3 панели инструментов позволяет вернуть изображение плана этажа в исходное состояние, Рисунок 6.3.

Навигация по этажам осуществляется с помощью специального инструмента, кнопка 14, расположенного на панели инструментов, Рисунок 6.3. При нажатии на зеленую стрелку раскрывается список этажей здания, где можно выбрать нужный этаж, Рисунок 6.5. Имя и в скобках внутренний номер активного этажа отображаются слева от списка.



а) б)

Рисунок 6.5 – Выбор этажа

На плане этажа используется следующая цветовая семантика:

- стены - черный,
- окна (тип=1) – синий;
- внутренние двери (тип=0) – розовый;
- выходы наружу (тип=3) – зеленый;
- проемы без дверей (тип=0) – серый.

6.3.2 Люди

6.3.2.1 Расстановка людей

Расстановка людей на активном этаже осуществляется с помощью соответствующих инструментов:

- *одиночная расстановка*: на панели инструментов находится кнопка 9 , нажатие которой позволяет поставить одного человека в любом помещении здания (кроме лестничных клеток). Собственно размещение человека на плане осуществляется «кликанием» курсора мыши в точку плана этажа, куда следует поставить человека, при активной кнопке . Отменить инструмент можно повторным нажатием кнопки ;

- *групповая расстановка:* на панели инструментов находится кнопка 10 , нажатие которой позволяет выбрать один из трех вариантов групповой расстановки людей, Рисунок 6.6:

  – «Случайно»: расставляется введенное в диалоговом окне число людей на активном этаже (кроме лестничных клеток), Рисунок 6.7, доступен инспектор свойств человека, где можно задать индивидуальные характеристики, которые будут присвоены людям расставляемой группы;

  – «К выделенной мебели»: расставляется столько человек, сколько указано в соответствующем свойстве элементов мебели, расположенных

в выделенной области (область необходимо предварительно выделить), результат представлена на Рисунок 6.8 ;

– «По выделенной области»: расставляется введенное в диалоговом окне количество человек или указывается плотность (в единицах чел/м^2), Рисунок 6.9, с которой должны быть расставлены люди на пустых местах в выделенной области, область выделяется с помощью мыши: (1) прямоугольная область - поставить курсор мыши в левый верхний угол предполагаемой области, нажать левую клавишу и выделить область перемещая мышь в правый нижний угол предполагаемой области, (2) произвольная четырех угольная область – при выделенной опции однократным нажатием мыши в рабочее окно задаются четыре вершины области; доступен инспектор свойств человека, где можно задать индивидуальные характеристики, которые будут присвоены людям в данной группе;

- «На трибунах»: люди расставляются только в блоках помещений, имеющих тип=4 (трибуна), доступен инспектор свойств человека, где можно задать индивидуальные характеристики, которые будут присвоены людям в данной группе.

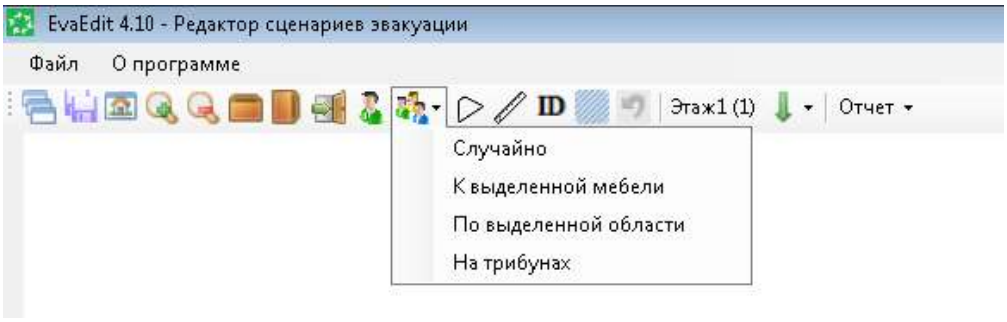


Рисунок 6.6 – Выбор способа групповой расстановки людей

Рисунок 6.7 – Интерфейс опции «Случайно» групповой расстановки людей

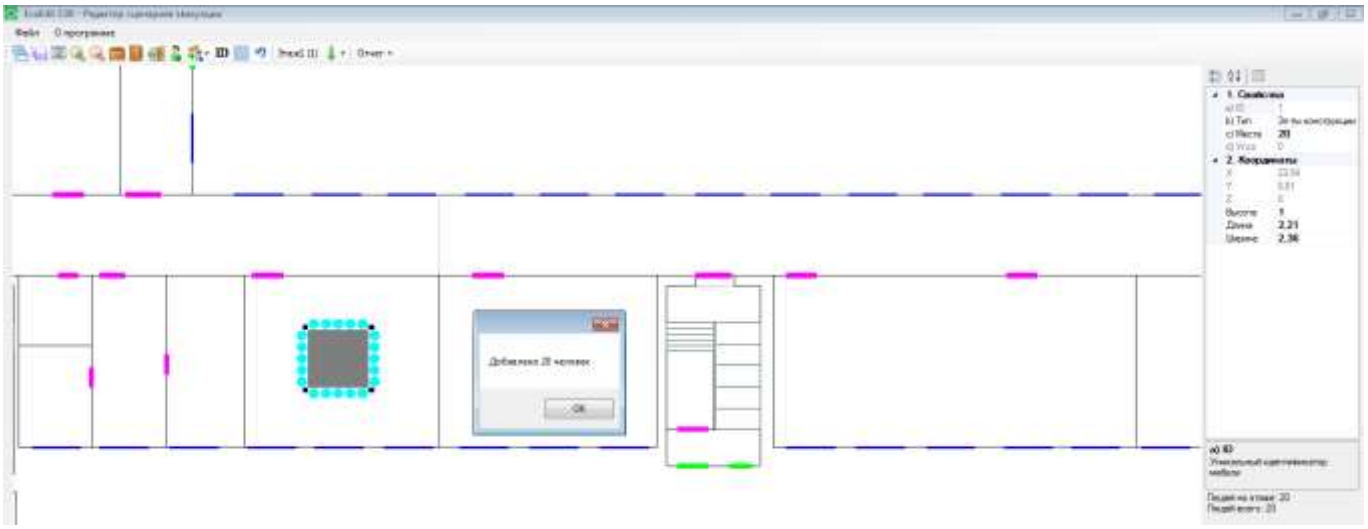


Рисунок 6.8 – Результат работы опции «По выделенной мебели» групповой расстановки людей

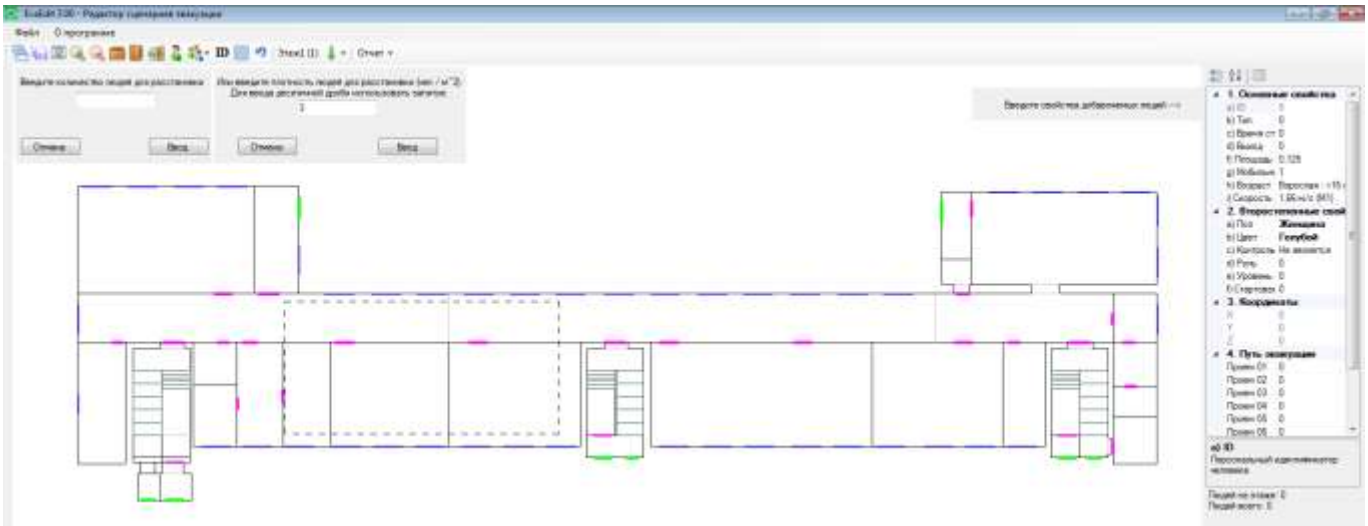


Рисунок 6.9 – Интерфейс опции – «По выделенной области» групповой расстановки людей

Инструменты расстановки людей позволяют поместить человека только в свободном поле, то есть не допускаются пересечения с проекциями других людей, препятствиями, стенами.

ВАЖНО! Нельзя поставить человека за пределы здания и на лестницы.

Каждый человек описывается набором характеристик. Характеристики человека и их значения отображаются в инспекторе свойств объекта справа от основного рабочего окна, Рисунок 6.2. Инспектор свойств активируется при выделении отдельного человека левой клавишей мыши. Если с помощью мыши выделена область, и в нее попало несколько человек, то в инспекторе свойств отобразятся только общие значения, присущие выделенным людям.

Список индивидуальных характеристик, их значения (и единицы измерения), присваиваемые человеку по умолчанию, а также список (область) возможных значений индивидуальных характеристик приведены в Таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Индивидуальные характеристики человека

Характеристика (наименование в инспекторе свойств)	**Значение по умолчанию**	**Возможные значения**	**Примечание**
1. Основные свойства			
ID	>0	>0	Присваивается автоматически, не может быть изменен

Тип	0	0 – стандартный человек (групп мобильности М1-М4) 2 – медперсонал, участвующий в переноске немобильных пациентов (группа мобильности М1) 3 - немобильный пациент (группа мобильности - немоб)	Важна для корректного расчета сценария
Задержка начала эвакуации (Время старта)	0, сек.	Любое >0 в зависимости от целей расчета	Важна для корректного расчета сценария. Вносится в отчет о начальных данных
ID выхода из здания, к которому должен идти человек (Выход)	0	0 – человек будет двигаться к ближайшему выходу из здания кратчайшим доступным путем, X – номер (ID) выхода из расчетной области (можно указать ТОЛЬКО проем, имеющий тип=3, п. 4.6.10)	Важна для корректного расчета сценария.
Площадь проекции человека (Площадь проекции)	0,125, $м^2$	Любое > 0, определяется сценарием	Важна для корректного расчета сценария. Вносится в отчет о начальных данных

Группа мобильности (Мобильность)	М1	М1, М2, М3, М4, немоб	Вносится в отчет о начальных данных
Возрастная группа (Возраст)	Взрослая	Дошкольная (1) младшая –7-9 лет (2) средняя – 10-13 лет (3) старшая – 14-16 лет (4) взрослая - >16 лет (5)	Важна для визуализации
Начальная (максимальная) скорость человека (Скорость свободного движения)	1,66 м/с (группа мобильности М1)	0,57 м/с (М1) 0,96 м/с (М1) 1,30 м/с (М1) 1,66 м/с (М1) 0,50 м/с (М2) 1,16 м/с (М3) 1,00 м/с (М4) Дети дошкольного возраста Дети с ограниченными возможностями Люди трудоспособного возраста в стационарах больниц Престарелые люди Слепые и слабовидящие люди Глухие и слабослышащие люди Медперсонал (для немобильных пациентов) Немобильный пациент	Важна для корректного расчета сценария. Вносится в отчет о начальных данных

2. Второстепенные свойства			
Пол человека (Пол)	1	1 (женщина) 2 (мужчина) 3 (без пола)	*(резервное свойство, в настоящий момент не используется)*
Цвет человека (Цвет)	голубой	Из списка	Позволяет делать цветовое выделение групп людей, удобно при визуализации
Контрольный человек (Контрольный)	Не является	Не является, Является	*(резервное свойство, в настоящий момент не используется)*
Роль в эвакуации (Роль)	0	0 – не выделена, 1 – ответственный за ПБ	*(резервное свойство, в настоящий момент не используется)*
Уровень знания ПБ (Уровень подготовки)	0	0 – знаком; 1 – не знаком	*(резервное свойство, в настоящий момент не используется)*
Стартовая комната	ID блока, в котором находится человек	Все возможные значения ID блоков, где могут быть размещены люди	(определяется автоматически)
3. Координаты			
X	Присваиваются автоматически	Можно изменить путем перемещения человека с помощью мыши	Указывают начальное положение человека в пространстве глобальных координат
Y			
Z			

4. Путь эвакуации			
Проем 1 Проем 2 Проем 3 … Проем 10	0	0 – информация игнорируется, X – номер ID проема, через который должен пройти человек внутри расчетной области (в зависимости от сценария, указываются в последовательности, в которой их нужно проходить человеку, могут принадлежать разным этажам) НЕЛЬЗЯ (!!!) в этих полях задавать номера проемов, имеющих тип=3, п. 4.6.10)	Используется для задания пути движения внутри здания до выхода наружу (из расчетной области)

ВАЖНО!

(1) На этапе визуализации люди групп мобильности M2-M4 имеют такое же визуальное отображение, что и люди группы M1, поэтому людей, относящихся к группам M2-M4, следует помечать специальным цветом маркера, например, красным.

(2) По умолчанию людям присваиваются индивидуальные физические характеристики, соответствующие группе M1. Если в сценарии предусмотрены представители групп M2-M4, следует присваивать им соответствующие характеристики.

6.3.2.2 Редактирование индивидуальных характеристик человека

Редактирование индивидуальных характеристик людей осуществляется через инспектор свойств человека, Рисунок 6.2. В инспекторе свойств человека могут быть изменены характеристики человека, указанные в Таблице 6.1. Там же представлены допустимые значения соответствующих переменных.

Предусмотрено два способа редактирования индивидуальных характеристик людей:

- *одиночное:* выделить человека («кликнуть» левой клавишей мыши на изображение соответствующего человека), справа откроется инспектор свойств человека, изменить требуемые характеристики, по завершении ввода информации в поле, нажать кнопку «Enter» на клавиатуре, Рисунок 6.11;

Рисунок 6.10 – Одиночное редактирование свойств человека с помощью инспектора свойств

- *групповое:* при нажатой левой клавише выделить мышью прямоугольную область, объекты плана, попавшие в эту область, выделятся (в выделенную область могут попасть и элементы мебели), справа откроется инспектор свойств человека, Рисунок 6.11: значения совпадающих характеристик будут отображены нормальным образом; поля несовпадающих характеристик будут либо пустыми, либо присвоено значение «-100» или «-1000» (зависит от характеристики). На Рисунок 6.11 выделенные люди имеют различные значения характеристик: ID, Время старта, координата X, координата Y, Проем 01. Из них являются индивидуальными и

изменению в группе не подлежат ID, координата X, координата Y. В приведенном примере можно задать одинаковыми для всех выделенных людей: Время старта, Проем 01. Все остальные характеристики одинаково определены для всех выделенных людей.

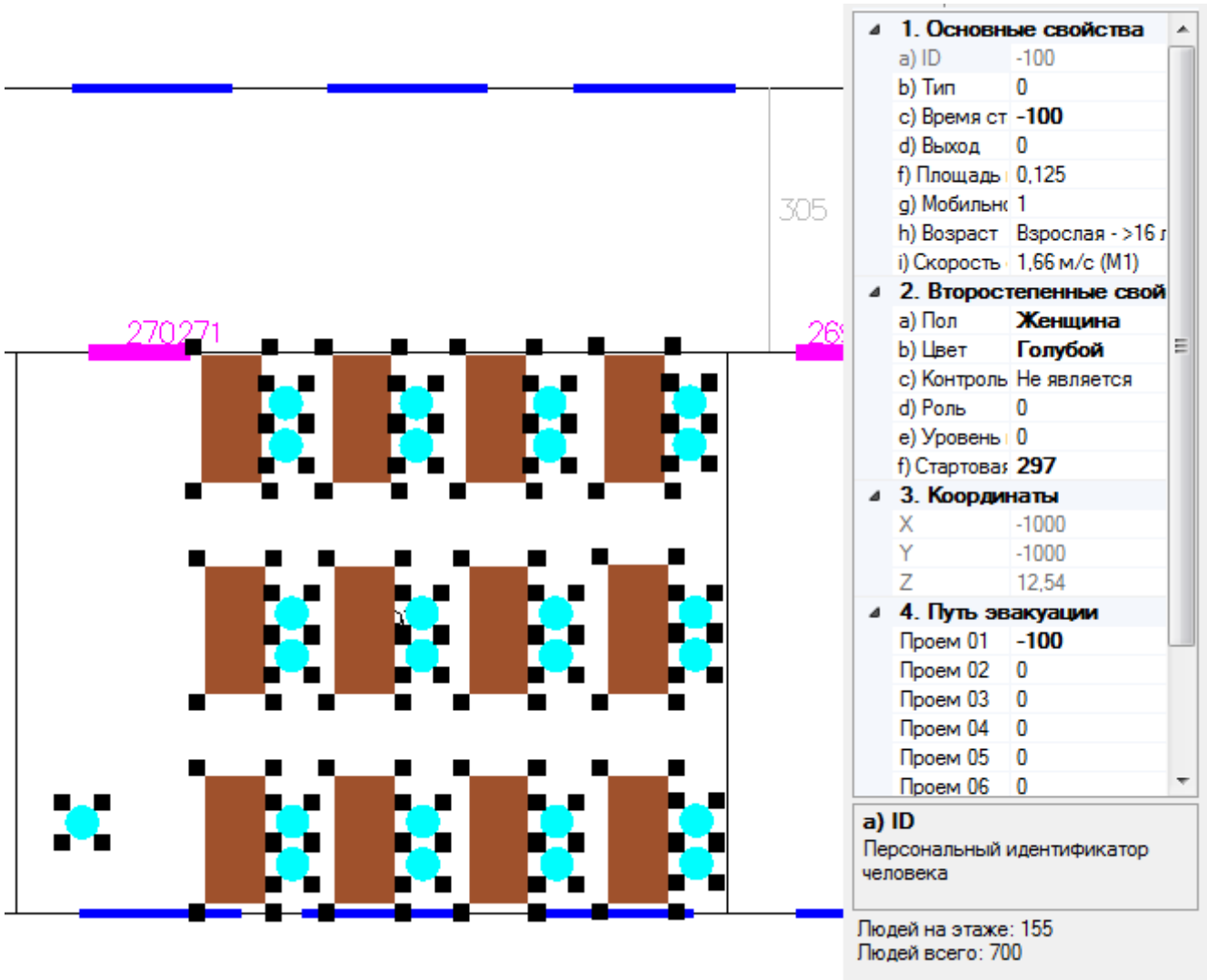


Рисунок 6.11 – Групповое редактирование свойств человека с помощью инспектора свойств

6.3.2.3 Ф 1.1: ввод данных о НЕМОБИЛЬНЫХ пациентах и медперсонале

Процедура вода данных о немобильных пациентах и медперсонале для их транспортировки для зданий класса функциональной пожарной опасности Ф 1.1:

- расставляются **немобильные люди** в своих начальных положениях, указывается соответствующий **тип=3** (Таблица 6.1), скорость начального движения «Немобильный пациент», группа мобильности – «немоб», время начала эвакуации устанавливается согласно Методике или иным соображениям;

- расставляется **медперсонал** в количестве 2 человека к каждому немобильному, обязательно указывается **тип=2**, скорость начального движения - «Медперсонал», группа мобильности – «М1», время начала эвакуации устанавливается согласно Методике или иным соображениям (если такой медперсонал будет непарным, программа выдаст ошибку при расчете эвакуации);

- если пар медперсонала для одновременной транспортировки всех немобильных пациентов с этажа не хватает, то на этаже расставляются немобильные пациенты «неукомплектованные» медперсоналом (программа сама идентифицирует факт нехватки медперсонала и назначит необходимое число дополнительных рейсов медперсоналу);

- медперсонал, *не участвующий в транспортировке* немобильных пациентов расставляется на своих рабочих местах и имеет тип=0, скорость начального движения «Люди трудоспособного возраста в стационарах больниц», группа мобильности – «М1», время начала эвакуации устанавливается согласно Методике.

Замечание. Описанная процедура позволяет ввести данные о начальном расположении немобильных пациентов и обслуживающего их медперсонала. Это необходимо, чтобы в дальнейшем при выполнении расчета оценить время переноски в безопасное место (наружу из здания или зону безопасности) немобильных пациентов согласно Методике и учесть полученные данные при формировании отчета по результатам расчета. Прямое моделирование переноски немобильных пациентов не осуществляется.

6.3.2.4 Маршрут эвакуации

По умолчанию реализовано движение людей к ближайшему (доступному) выходу (с этажа[4], из здания), включенному в расчетную область.

Для того чтобы назначить другой путь эвакуации предусмотрены поля 4-го раздела инспектора свойств человека «Путь эвакуации» и поле «Выход» в «Основных свойствах», Таблица 6.1.

В полях 4-го раздела можно указать последовательно от 1 до 10 номеров (ID) проемов (внутри здания, можно на разных этажах), через которые должен пройти человек (группа людей), проемы указываются в порядке требуемой последовательности прохождения. В переменной «Выход» указывается номер выхода из здания. При этом следует помнить следующие правила:

- если в списке проемов указан проем – выход с этажа, находящийся на том же этаже, что и первоначально человек, то человек покинет этаж через указанный выход, а далее будет следовать по принципу «движение к ближайшему выходу с этажа, из здания»;
- если в списке проемов указан проем – выход с другого этажа (отличного от первоначального положения человека), то человек покинет «свой» этаж через ближайшую лестницу и будет следовать по ней пока не дойдет до этажа, на котором находится дверной проем (выход с этажа) с заданным номером. Затем человек проследует к этому проему и на соответствующую лестничную клетку, далее будет следовать по принципу «ближайший выход»;
- если задан не ближайший выход из здания, человек находится на другом этаже, он доберется до этажа, содержащего выход из здания ближайшим путем, и затем проследует к указанному выходу;
- если человек находится на этаже, где расположен указанный выход, человек следует к этом выходу;

[4] Условимся называть «выходом с этажа», проем соединяющий помещение этажа, например, коридор, и лестничную площадку.

- если указано несколько проемов в списке: если на текущем этаже находится проем из списка, человек двигается к нему (если на одном этаже указано несколько проемов, то последовательно начиная с ближайшего), если на текущем этаже нет указанных проемов, то движение осуществляется по принципу «к ближайшему выходу с этажа».

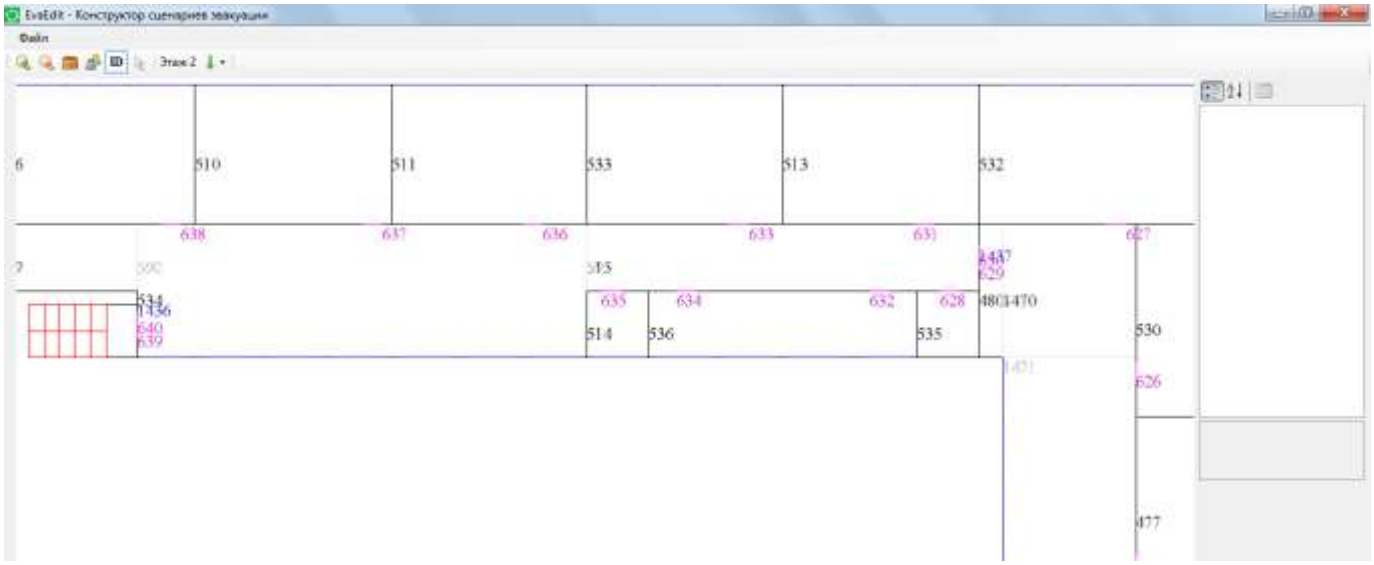


Рисунок 6.12 – Визуализация номеров элементов здания

Для того чтобы ***определить номера выходов***, необходимо активировать показ номеров элементов здания – кнопка ID на панели инструментов. По нажатию кнопки на плане этажа отобразятся, Рисунок 6.12:

- номера боксов, из которых состоит здание (черный цвет),
- номера мнимых проемов (тип=2), см.п.4.6, (серый цвет),
- номера дверных проемов (тип=0, розовый цвет),
- номера проема, объединяющего двустворчатые двери (синий цвет).

6.3.3 Препятствия, мебель

6.3.3.1 Расстановка препятствий прямоугольной формы

Предусмотрено 2 режима расстановки мебели (препятствий для движения людей): расстановка прямоугольной мебели (кнопка 6 на панели инструментов) и расстановка мебели произвольной формы (кнопка 7 на панели

инструментов. Препятствие может быть размещено в любом помещении здания (кроме лестничных клеток).

Размещение прямоугольных элементов при активной кнопке на плане осуществляется в два клика мыши: курсор мыши поставить в точку плана этажа (тем самым указывается расположение одной вершины элемента), курсором мыши указать вершину по диагонали.

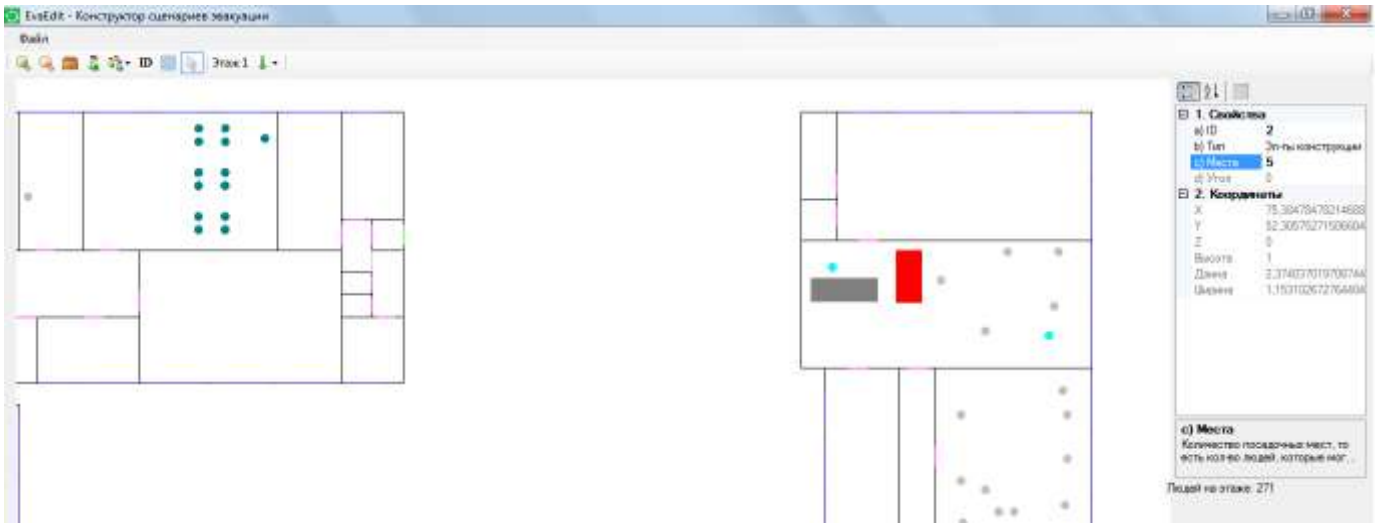


Рисунок 6.13 – Редактирование свойств элемента мебели с помощью инспектора свойств мебели

Каждый прямоугольный элемент мебели описывается набором характеристик, некоторые из них можно изменять. Для этого необходимо выделить мышью при нажатой левой клавише соответствующий элемент мебели. Изображение подсветится, и справа откроется инспектор свойств элементов мебели, Рисунок 6.13. Для редактирования доступны свойства:

- «Тип» элемента (кровать, стол, шкаф, элемент конструкции);
- «Места», указывает количество человек, которые могут быть размещены в режиме автоматической расстановки рядом с данным элементом (удобный инструмент для создания сценариев для типовых помещений, зданий);
- «Высота», м;
- «Длина», м;
- «Ширина», м.

6.3.3.2 Расстановка препятствий произвольной формы

Размещение элементов произвольной формы (в проекции XY четырехугольник произвольной формы) на плане осуществляется при активной кнопке в четыре «клика»: последовательно указывая все четыре вершины элемента, Рисунок 6.14. Вдоль двух последних ребер указывается их длина. Для таких элементов доступны к изменению свойства «Тип» элемента (кровать, стол, шкаф, элемент конструкции) и «Высота» (играет роль только для отображения в визуализаторе).

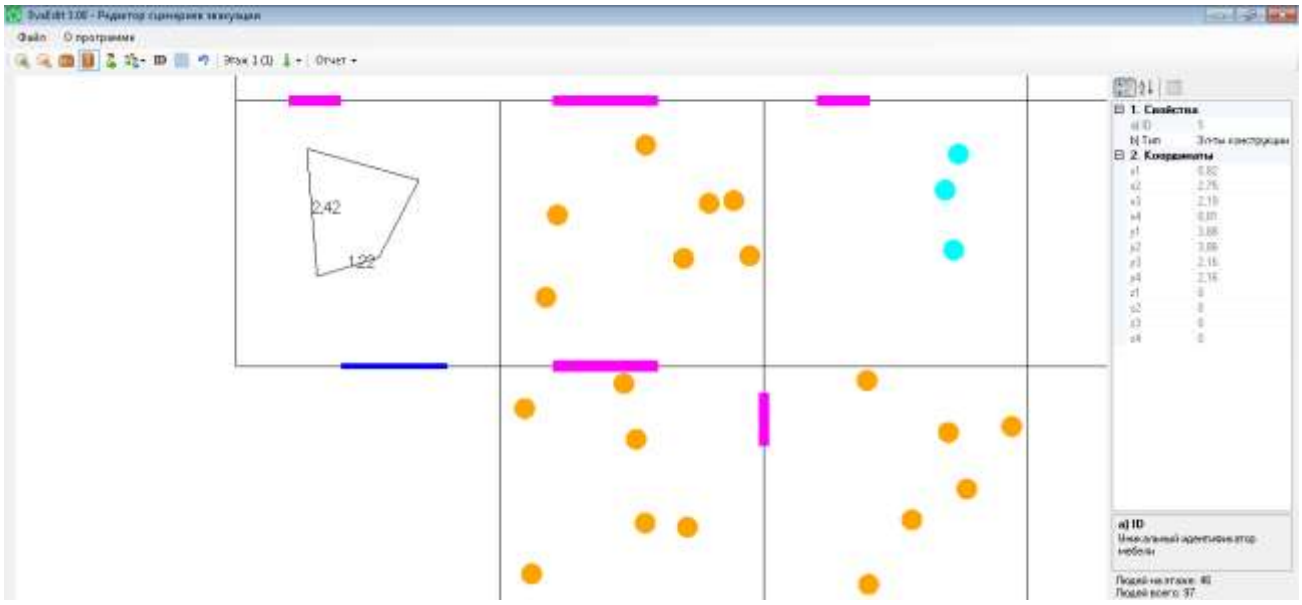


Рисунок 6.14 – Построение препятствия произвольной формы, инспектор свойств

Инструменты позволяют поместить препятствие только в свободном поле плана этажа, то есть не допускаются пересечения с проекциями людей, других препятствий, стенами. Нельзя поставить препятствие за пределы здания. Отменить инструменты можно повторным нажатием соответственно клавиш или .

СОВЕТ: расстановку мебели осуществлять либо впритык друг к другу и/или стенам, либо оставлять расстояние существенно большее максимального размера (диаметра) человека.

ВАЖНО: расстановку мебели необходимо выполнять до расстановки людей.

6.3.3.3 Автоматическое заужение коридоров

В редакторе предусмотрена функция автоматического заужения ширины коридора на половину ширины дверного полотна двери, открывающейся в сторону коридора, кнопка 8 .

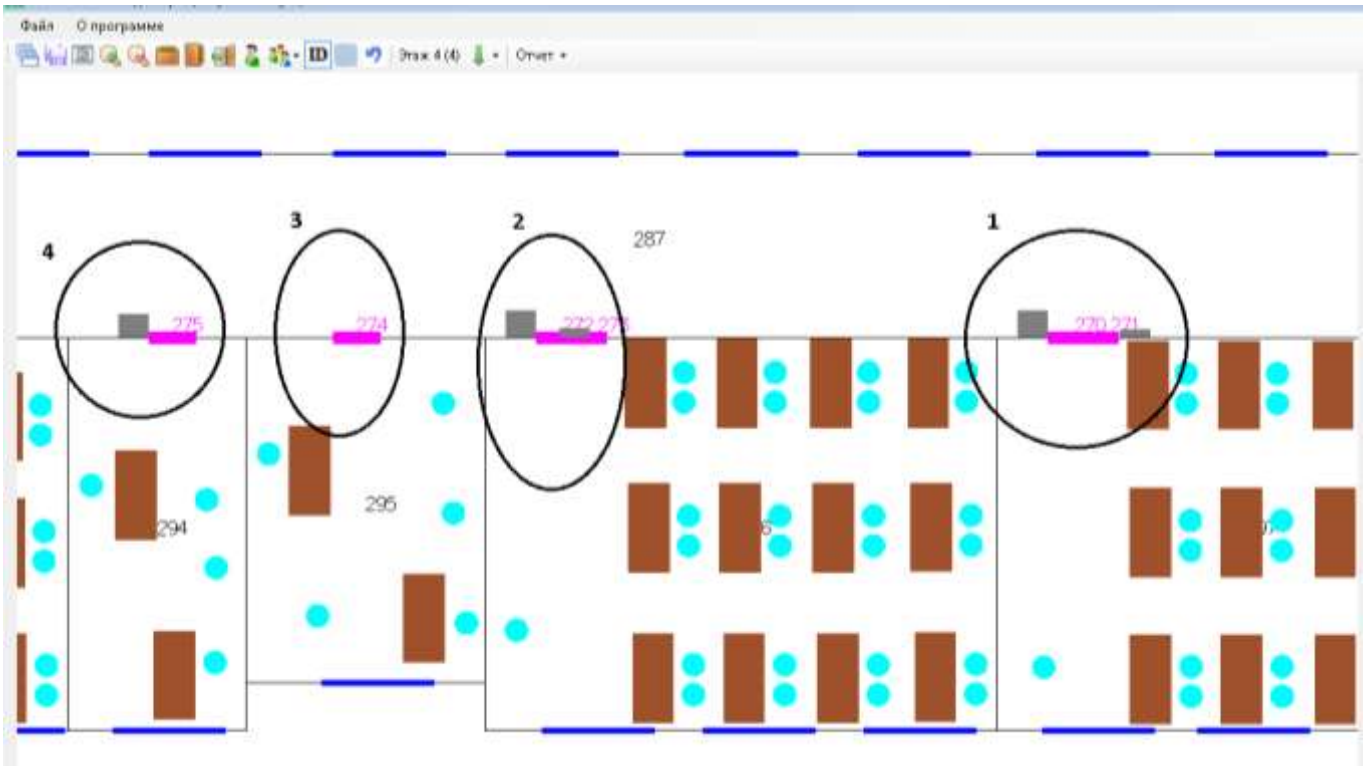


Рисунок 6.15 – Заужение коридора с соответствии с заданными дверями: 1 – двустворчатые двери открываются в коридор, петли определены корректно, 2 – большая створка определена корректно, малая – нет (петли), 3 – одностворчатая дверь открывается в сторону помещения, и заужение коридора отсутствует, 4 – одностворчатая дверь открывается в коридор

Эта функция реализуется путем расставления препятствий шириной, равной половине дверного полотна, в коридоре в местах примыкания дверей (проемов, имеющих тип=0) к стене, длиной 50 см..

ВАЖНО! Для корректной работы функции необходимо выполнение следующих условий:

(1) заужаются только коридоры, поэтому у соответствующих помещений должен быть выставлен правильный тип (1 или 3), п. 4.6.9, Таблица 4.4;

(2) препятствия расставляются только в блоках, у которых тип=0, п. 4.6.9, Таблица 4.4;

(3) корректно определено направление открывания дверей (в сторону коридора);

(4) корректно определены петли –актуально для двустворчатых дверей.

На Рисунок 6.15 представлены варианты заужения коридора в соответствии со свойствами дверей на примере с Рисунок 4.89, п.4.6.10:

1 – двустворчатые двери открываются в коридор, петли у обеих створок определены корректно,

2 – двустворчатые двери открываются в коридор, петли большой створки определены корректно, малой – не корректно,

3 – одностворчатая дверь открывается в сторону помещения, и заужение коридора отсутствует,

4 – одностворчатая дверь открывается в коридор.

В случае 2 нужно вручную откорректировать положение препятствия, служащего заужением коридора. Это можно сделать двумя способами: сместить препятствие вправо к месту примыкания двери к стене, или выставить правильно положение петель у этой двери, п.6.3.4.

6.3.4 (Дверные) проемы. Редактирование состояния дверных проемов на путях эвакуации

По умолчанию считается, что все дверные проемы находятся в открытом состоянии. Это означает, что при расчете эвакуации, люди могут проходить через них.

Если требуется сделать расчет такого сценария эвакуации, где некоторые двери считаются закрытыми (например, выходы из здания или створки двустворчатых дверей и т.п.), в программе имеется соответствующий инструмент. Для изменения состояния дверного проема необходимо выделить мышью при нажатой левой клавише изображение соответствующего дверного проема (изображение проема выделится жирным красным цветом). В окне справа откроется инспектор свойств дверного проема.

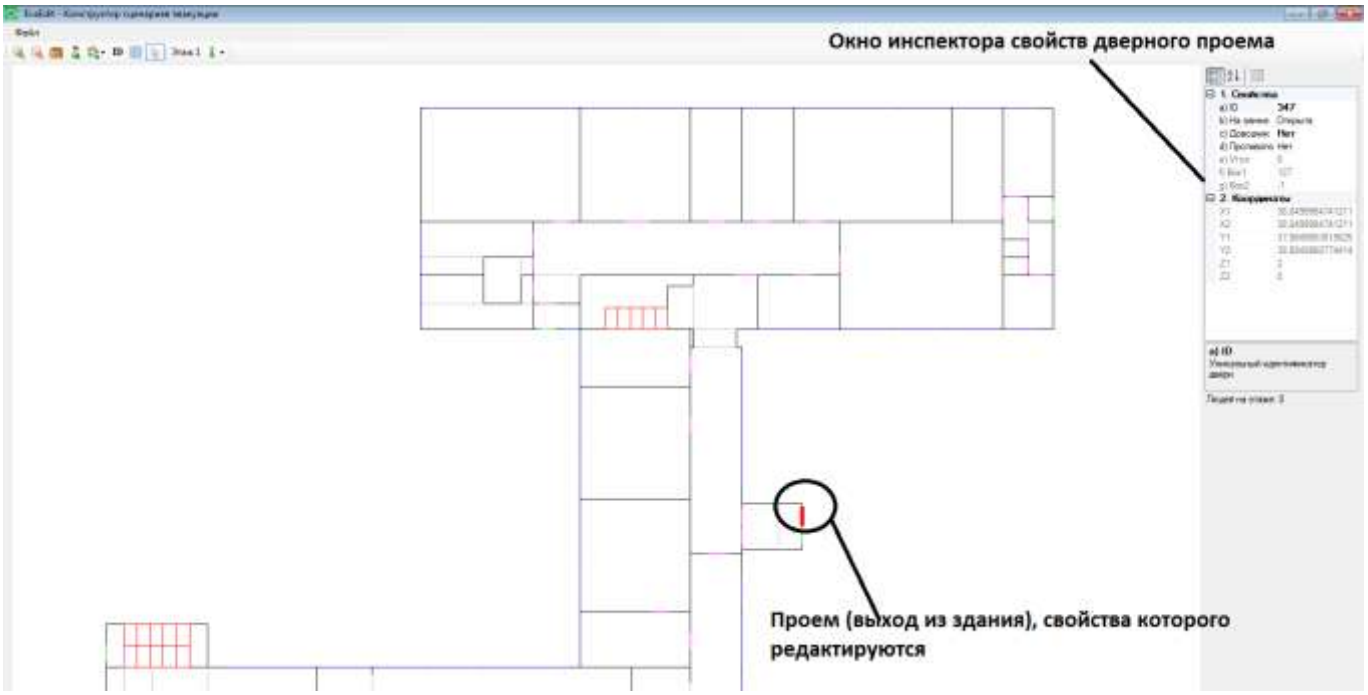


Рисунок 6.16 – Редактирование свойств дверных проемов с помощью инспектора свойств дверных проемов

Предусмотрены свойства дверных проемов, представленные в Таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Значения изменяемых свойств дверных проемов

Свойство	**Значение по умолчанию**	**Возможные значения**	**Примечание**
На замке	False (открыта)	False – открыта (люди могут проходить через дверь);	Важно для задания путей движения людей и используется только

		True – закрыта (люди не могут проходить через дверь)	для расчета эвакуации
Доводчик	False (нет доводчика)	False – нет доводчика; True – есть доводчик	Вносится в отчет, имеет информационный характер, никак иначе не используется
Противопожарная	False (нет)	False – нет; True – да	Вносится в отчет, имеет информационный характер, никак иначе не используется
Контрольная	True (да)	False – нет; True – да	Автоматически все проемы, через которые идут люди в сценарии являются контрольными и информация о них заносится в отчет о результатах расчета.. Если сменить на False, то информация о двери не будет указана в отчете о результатах расчета.

Изменением свойства «На замке» можно «закрывать» двери с тем, чтобы при расчете эвакуации исключалось прохождение людей через эти двери.

ВАЖНО: расчет эвакуации из помещения (здания) может быть осуществлен, только если расчетная область (помещение, здание) имеет не замкнутый контур. Иными словами – только, если имеется выход из помещения в примыкающее помещение, из здания – выход наружу.

ВАЖНО! Свойства проема «На замке», «Контрольная» (Таблица 6.2) применяются только в расчете эвакуации. Свойства «Доводчик», «Противопожарная» изменяются на состояние «Да» только для информационной цели и упоминания данного факта в отчете по начальным данным. То есть, если дверь на объекте является противопожарной или имеет доводчик, то соответствующей двери в модели здания указывается это свойство, и оно будет отражено в отчете по начальным данным, п. 6.3.10..

6.3.5 Перемещение объектов плана

- *одиночное:* выделить мышью при нажатой левой клавише изображение соответствующего элемента плана, изображение подсветится, не отпуская левую клавишу мыши передвинуть объект плана на нужное место;

- *групповое:* при нажатой левой клавише выделить мышью прямоугольную область, объекты плана, попавшие в эту область, подсветятся. При последующем нажатии на один из выделенных объектов вся группа сдвигается. Если элемент выделенной группы геометрически попал на препятствие (человека) после сдвига, то он отбрасывается на прежнее место. Если сдвигаемые объекты плана попали за границы здания, они возвращаются на место.

6.3.6 Копирование объектов плана

- *одиночное:* выделить мышью при нажатой левой клавише соответствующий элемент плана, нажать правую клавишу мыши и выбрать из выпадающего списка пункт «Копировать» (выделенные объекты плана будут скопированы в память компьютера), затем поместить мышку в область плана этажа, куда планируется поместить скопированный элемент, нажать правую клавишу мыши, из выпадающего списка выбрать «Вставить» - выделенный элемент плана будет скопирован;

- *групповое:* при нажатой левой клавише выделить мышью прямоугольную область, объекты плана, попавшие в эту область, подсветятся, нажать правую клавишу мыши и выбрать из выпадающего списка пункт «Копировать» (выделенные объекты плана будут скопированы в память компьютера), затем поместить мышку в область плана этажа, куда планируется поместить скопированные объекты, нажать правую клавишу мыши, из выпадающего списка выбрать «Вставить» - выделенные элементы плана будут скопированы. Если элемент копируемой группы геометрически попал на препятствие (человека) после сдвига, то он отбрасывается. Если копируемые объекты плана попали за границы здания, они отбрасываются (не копируются).

6.3.7 Удаление объектов плана

- *одиночное:* выделить мышью при нажатой левой клавише соответствующий элемент плана, нажать правую клавишу мыши и выбрать из выпадающего списка пункт «Удалить людей» - человек будет удален (и/или выбрать из выпадающего списка пункт «Удалить мебель» - выделенное препятствие (мебель) будет удалено). Так же для удаления выделенного объекта плана можно воспользоваться кнопкой «Delete» на клавиатуре;

- *групповое:* при нажатой левой клавише выделить мышью прямоугольную область, объекты плана, попавшие в эту область, подсветятся, нажать правую клавишу мыши и выбрать и выпадающего списка пункт «Удалить людей» - выделенные люди будут удалены (и/или выбрать из выпадающего списка пункт «Удалить мебель» - выделенные препятствия (мебель) будут удалены). Так же для удаления выделенных объектов плана можно воспользоваться кнопкой «Delete» на клавиатуре.

6.3.8 Информационное сопровождение

Под инспектором свойств объектов плана располагается окно, в котором отображается количество людей, расположенных на текущем этаже и всего в здании, Рисунок 6.17.

При выделении группы объектов по нажатию правой клавиши мыши в выпадающем списке доступен пункт «Информация», где указано количество выделенных объектов мебели и людей, Рисунок 6.17.

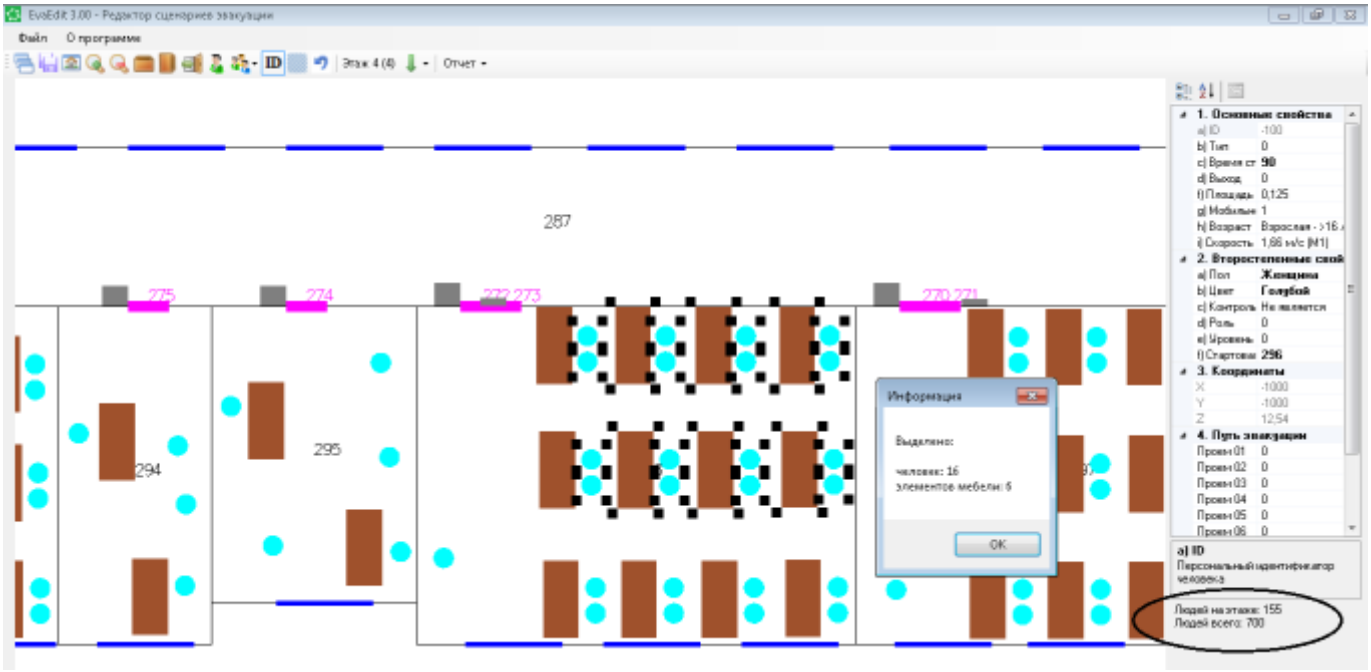


Рисунок 6.17 – Информация об объектах плана

6.3.9 Отмена действия

Чтобы отменить последние действия нужно воспользоваться функцией "Отмена действия", которая реализуется кнопкой . Функция может отменить до трёх последних действий. Под действием считается:

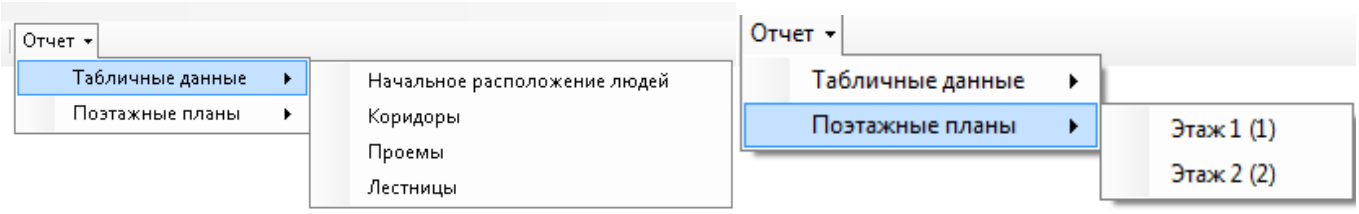
1) добавление человека или добавление группы людей (любым способом);
2) добавление мебели;
3) вставка группы скопированных объектов;
4) удаление одного человека или группы людей;
5) удаление одного элемента мебели или группы;
6) сдвиг объекта или группы объектов;
7) изменение размеров мебели;
8) изменения свойств людей или группы людей.

Изменение свойств мебели (кроме длины/ширины) и дверей не считается действием.

После загрузки новых файлов (с геометрией, людьми, мебелью) все сохраненные действия стираются.

6.3.10 Формирование отчетов о начальных данных

Предусмотрена функция формирования отчета о геометрических характеристиках путей эвакуации, начальном расположении людей, поэтажных схемах эвакуации. Функция доступна нажатием кнопки «Отчет» на панели инструментов. Данные предоставляются в табличном и графическом виде (поэтажные планы), Рисунок 6.18а), б).



а) б)

Рисунок 6.18 – Виды отчетов о начальных данных

6.3.10.1 Табличные отчеты

В таблице *«Начальное расположение людей»* приводится поэтажная информация о начальной расстановке людей в здании на начальный момент времени, Рисунок 6.19:

- номер помещения,
- имя помещения,
- количество человек в помещении в начальный момент времени с разбивкой по группам мобильности,
- время начала эвакуации (если значения разнятся, то приводятся все),
- площадь проекции человека (если значения разнятся, то приводятся все),

- скорость свободного движения человека (если значения разнятся, то приводятся все),

- геометрически параметры помещения: площадь (S, м), минимальная высота помещения (Hmin, м), максимальная высота помещения (Hmax, м) (поскольку помещение может состоять из нескольких блоков разной высоты или иметь наклонный потолок);

- номера дверных проемов, ведущих из помещения.

Данные, представленные в таблице можно сохранить через пункт «Сохранить» меню «Файл» данного окна. Автоматически информация будет сохранена в файл в формате *.pdf в папке проекта. Файлу будет автоматически предложено имя, содержащее в качестве префикса имя главного файла проекта, с постфиксом “_report_Rooms”, например, gymnasium_report_Rooms.pdf, если главным файлом проекта является gymnasium.xml.

crcny_report_Rooms

Файл

ID помещения	Имя помещения	Количество человек в начальный момент времени	Время начала эвакуации	Площадь проекции человека, м2	Скорость свободного движения, м/с	Геометрические параметры помещения: S, м2; Hmin; Hmax, м	ID проемов в помещении
		Этаж1					
31	комендант 1-04	2 (2 M1)	90 (2)	0,125 (2)	1,66 (2)	21,84; 3,7; 3,7	65, 66, 67
34	Буфет (очаг)	2 (2 M1)	20 (2)	0,125 (2)	1,66 (2)	78,18; 3,7; 3,7	71, 98, 99
40	каф.2-05	2 (2 M1)	90 (2)	0,125 (2)	1,66 (2)	17,82; 3,7; 3,7	63
41	ауд.1-06	19 (19 M1)	90 (19)	0,125 (19)	1,66 (19)	54,78; 3,7; 3,7	101, 102
42	ауд.1-07	37 (37 M1)	90 (37)	0,125 (37)	1,66 (37)	92,4; 3,7; 3,7	106, 107, 641, 6
43	препод.гард.2-08	9 (9 M1)	90 (9)	0,125 (9)	1,66 (9)	55,44; 3,7; 3,7	109, 110
44	ауд.1-09	25 (17 M1, 8 M2)	90 (25)	0,125 (25)	1,66 (17); 0,5 (8)	49,5; 3,7; 3,7	112, 113
47	каф.2-10	4 (4 M1)	90 (4)	0,125 (4)	1,66 (4)	49,86; 3,7; 3,7	115, 116, 55
49	с\у 1-12	5 (5 M1)	90 (5)	0,125 (5)	1,66 (5)	23,1; 3,7; 3,7	77
50	гардероб 1-13	6 (6 M1)	90 (6)	0,125 (6)	1,66 (6)	76,16; 3,7; 3,7	52
51	Тамбур 1-14	4 (4 M1)	90 (4)	0,125 (4)	1,66 (4)	19,04; 3,7; 3,7	80, 81, 95, 96
	Всего на этаже	115					
		Этаж 2					
166	каф.2-01	11 (11 M1)	90 (11)	0,125 (11)	1,66 (11)	21,08; 3,7; 3,7	138
167	ауд.2-02	32 (32 M1)	90 (32)	0,125 (32)	1,66 (32)	74,12; 3,7; 3,7	136, 137
168	Туалет	6 (6 M1)	90 (6)	0,125 (6)	1,66 (6)	23,1; 3,7; 3,7	139
169	ауд.2-09	26 (26 M1)	90 (26)	0,125 (26)	1,66 (26)	54,78; 3,7; 3,7	179, 178
170	Библиотека 2-08	54 (54 M1)	90 (54)	0,125 (54)	1,66 (54)	107,58; 3,7; 3,7	133, 132, 134, 1
171	ауд.2-07	26 (26 M1)	90 (26)	0,125 (26)	1,66 (26)	55,44; 3,7; 3,7	128, 129

Рисунок 6.19 – Таблица «Начальное расположение людей»

crcny_report_Corridors

Файл

ID коридора	Имя коридора	Площадь, м2: Размеры, м х м (ID блока)	Высота: Hmin; Hmax, м	ID проемов, входящих в коридор
	Этаж 3			
246	Коридор 3 эт.	200: 11 x 3,1(211); 29,9 x 3,1(212); 23,5 x 3,1(210)	3,7; 3,7	203, 204, 205, 206, 201, 202, 208, 209, 196, 197, 19
	Этаж1			
30	Коридор 1 эт.	169: 23,5 x 3,1(6); 30,9 x 3,1(7)	3,7; 3,7	52, 54, 55, 77, 79, 82, 114, 85, 108, 111, 640, 86
51	Тамбур 1-14	19: 6,8 x 2,8	3,7; 3,7	97
	Этаж 2			
165	Коридор 2 эт.	204: 23,5 x 3,1(140); 29,9 x 3,1(141); 12,3 x 3,1(142)	3,7; 3,7	138, 139, 134, 135, 179, 178, 136, 137, 160, 161, 12
	Этаж 4			
326	Коридор 4эт.	185: 11 x 3,1(288); 29,9 x 3,1(287); 18,8 x 3,1(286)	3,7; 3,7	265, 266, 267, 269, 268, 274, 275, 270, 273, 272, 27

Рисунок 6.20 – Таблица «Коридоры»

В таблице *«Коридоры»* приводится поэтажная информация о геометрических характеристиках основных путей эвакуации - коридорах, Рисунок 6.20:

- номер коридора,
- имя коридора,
- площадь в м^2, линейные размеры блоков, входящих в коридор в метрах, номер блока,
- высота коридора (Hmin, м, - минимальная высота коридора, Hmax, м, - максимальная высота (поскольку коридор может состоять из нескольких блоков разной высоты или иметь наклонный потолок);
- список номеров дверных проемов, примыкающих к коридору.

Важно! Таблица «Коридоры» формируется, если у помещений указан тип=1 «Коридор», п.4.6.9, Таблица 4.4.

В таблице *«Проемы»* приводится поэтажная информация о геометрических характеристиках дверных проемов в здании, Рисунок 6.21:

- номер проема,
- имя проема,
- геометрические размеры (высота, ширина, м х м),

- если указано, что дверь противопожарная, то в поле «Противопожарная» ставится «да»,

- если указано, что дверь с доводчиком, то в поле «Доводчик» ставится «да».

Садик_1_report_Doors

Файл

ID проема	Имя проема	Ширина , высота проема, м х м	Противопожарная	Доводчик
		Этаж 1		
365	Проем	0,78 x 2		
366	Проем	0,79 x 2		да
367	Проем	0,8 x 2,05		
368	Проем	0,78 x 2,01		
369	Проем	0,78 x 2,01		
370	Проем	0,8 x 2		
371	Проем	0,8 x 1,98		
372	Проем	0,8 x 1,98	да	
373	Проем	0,78 x 1,98		
376	Проем	0,72 x 1,95		
377	Проем	0,75 x 1,9		да
378	Проем	0,75 x 1,9		
379	Проем	0,75 x 1,9		
380	Проем	0,8 x 2		
381	Проем	0,8 x 2		
382	Проем	0,78 x 1,91		
383	Проем	0,8 x 2		

Рисунок 6.21 – Таблица «Проемы»

В таблице *«Лестницы»* приводится поэтажная информация о геометрических характеристиках основных путей эвакуации - лестниц, Рисунок 6.22:

- номер элемента лестницы,

- имя элемента лестницы,

- геометрические размеры (ширина, длина, м х м),

- для маршей указывается угол наклона в градусах.

crcny_report_Stairways

Файл

ID элемента лестницы	Имя элемента лестницы	Размеры, м x м	Угол наклона марша, град.
	Лестница_центр		
	Этаж 3		
342	Площадка	1,4 x 3,6	
343	Площадка	1,4 x 3,6	
346	Марш	1,7 x 4,6	24,42
349	Марш	1,7 x 4,6	24,42
350	Площадка	1,4 x 3,6	
355	Марш	1,23 x 1,8	24,09
356	Площадка	3 x 1,8	
	Этаж1		
342	Площадка	1,4 x 3,6	
355	Марш	1,23 x 1,8	24,09
356	Площадка	3 x 1,8	
	Этаж 2		
343	Площадка	1,4 x 3,6	

Рисунок 6.22 – Таблица «Лестницы»

Данные, представленные в таблице можно сохранить через пункт «Сохранить» меню «Файл» данного окна. Автоматически информация будет сохранена в файл в формате *.pdf в папке проекта. Файлу будет автоматически предложено имя, содержащее в качестве префикса имя главного файла проекта, с постфиксом “_report_Stairways”, например, gymnasium_report_Stairways.pdf, если главным файлом проекта является gymnasium.xml.

6.3.10.2 Поэтажные планы, схемы эвакуации

Поэтажные схемы эвакуации представляют двумерные планы соответствующих этажей, на которых могут быть указаны по выбору пользователя, Рисунок 6.23:

- номера помещений,
- номера проемов,

- количество людей в помещениях в начальный момент времени,
- направления движения стрелками.

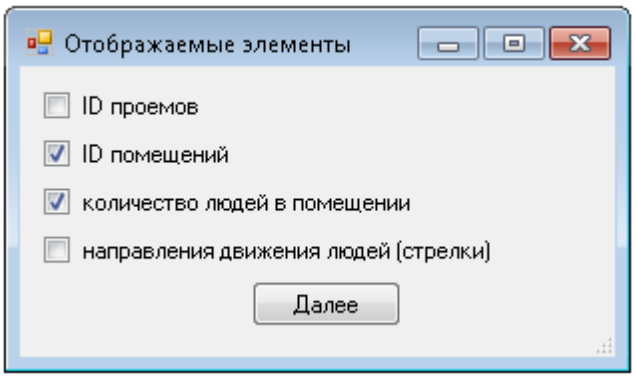


Рисунок 6.23 – Окно выбора отображаемых надписей на плане этажа

Размером надписей и стрелок можно управлять, Рисунок 6.24.

В зависимости от размеров этажа бывает удобно формировать отдельные планы с отображением номеров проемов, номеров помещений и количества человек в них, стрелок. Эта информация нужна для соотнесения элементов на плане с табличными данными, содержащими характеристики этих элементов.

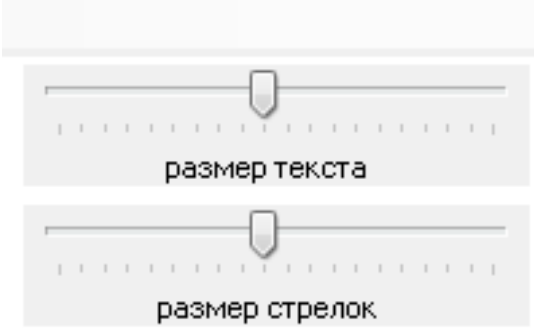


Рисунок 6.24 – Инструменты управления размерами надписей и стрелок на плане этажа

План этажа можно сохранить через пункт «Сохранить» меню «Файл» данного окна. Информация будет сохранена в файл как точечный рисунок в папку проекта. Файлу будет автоматически предложено имя, содержащее в качестве префикса имя главного файла проекта, с постфиксом “_plan_<номер этажа>”, например, gymnasium_plan_1.bmp, если главным файлом проекта является gymnasium.xml.

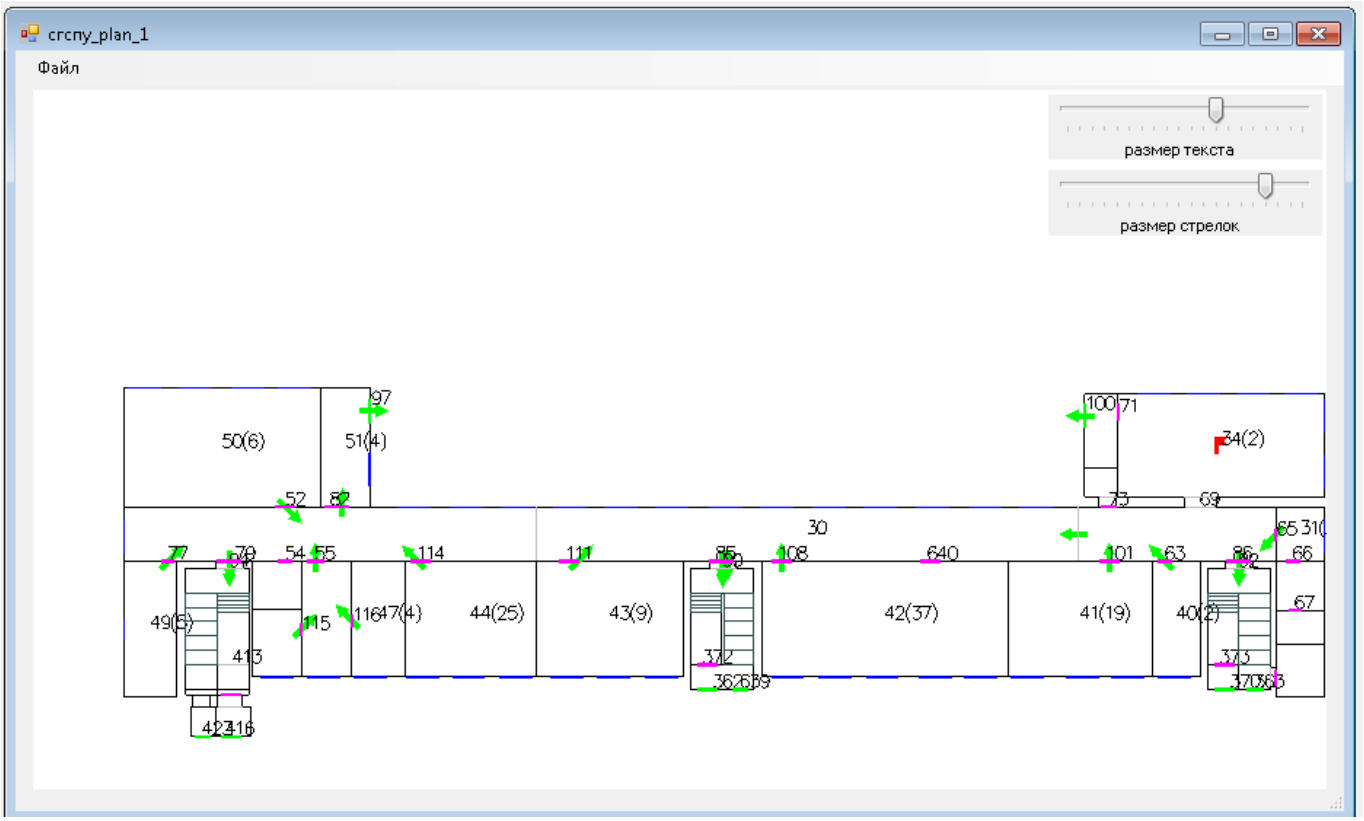


Рисунок 6.25 – План этажа с изображением номеров помещений и проемов, количества человек в начальный момент времени, схемы эвакуации (обозначена стрелками), принятой в сценарии, маркером помещения очага пожара (красный флажок)

6.3.11 Сохранение данных

Сохранение данных осуществляется через пункт меню «Файл» далее «Сохранить мебель» (или «Сохранить людей», или «Сохранить двери»). Автоматически будет предложено сохранить данные в папку текущего проекта. Данные сохраняются в файлах с расширением *.xml. Файлам будет автоматически предложено имя, содержащее в качестве префикса имя главного файла проекта, с постфиксом “furniture” или “people” или «doors» соответственно, например, gymnasium_furniture.xml, gymnasium_people.xml, gymnasium_doors.xml, если главным файлом проекта является gymnasium.xml. Все данные по объектам препятствий, расположению людей, состоянию дверей можно загрузить для редактирования вновь через соответствующие пункты меню «Файл».

6.4 Заключительные действия

Прекращается работа с конструктором сценариев эвакуации закрытием окна модуля путем нажатия на закрывающую кнопку в правом верхнем углу окна модуля.

7. МОДУЛЬ РАСЧЕТА ЭВАКУАЦИИ

7.1 Условия выполнения операции

Модуль расчета эвакуации вызывается из главного окна программы нажатием кнопки «Расчет эвакуации», который обозначен значком , Рисунок 7.1.

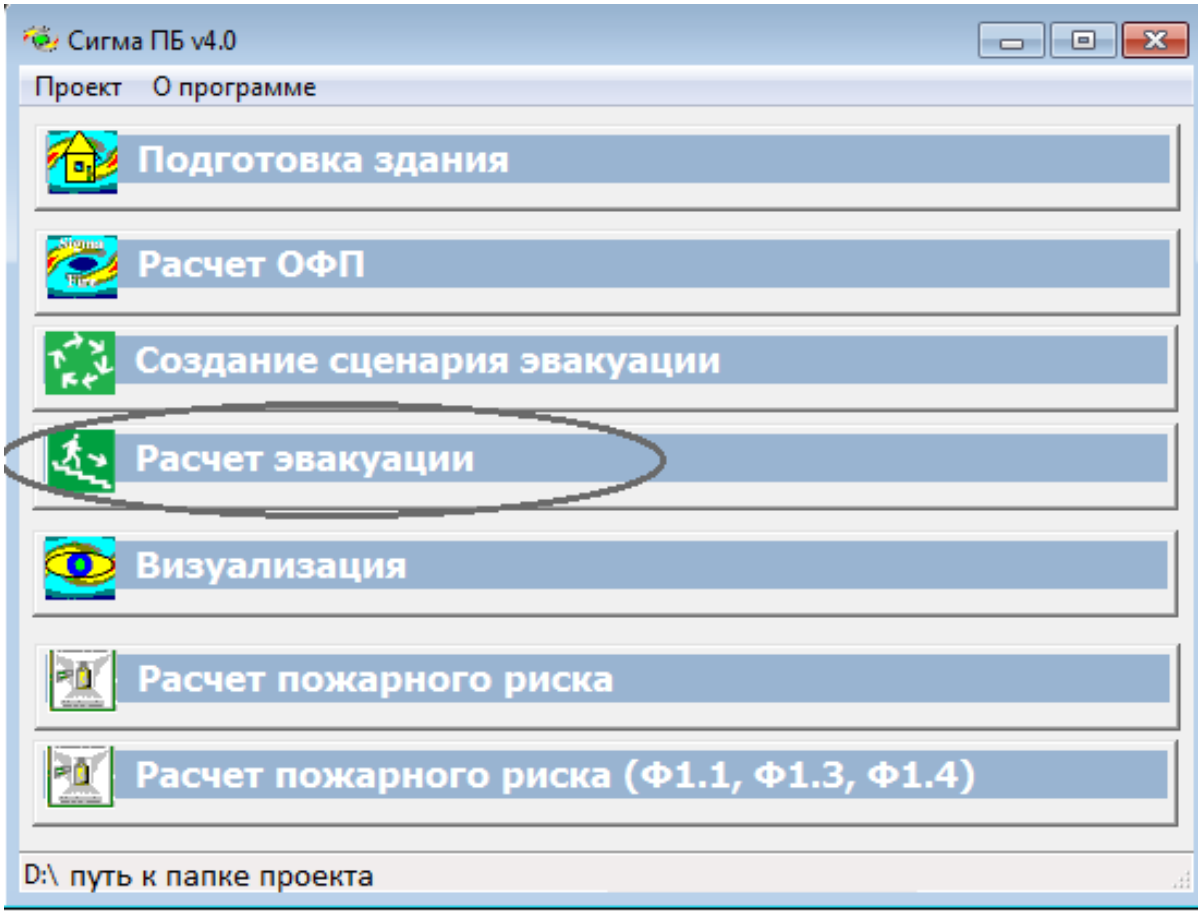


Рисунок 7.1 – Запуск модуля расчета эвакуации из главного интерфейса программы

Необходимый набор файлов, относящихся к одному проекту, для выполнения расчета эвакуации: файл с геометрией здания (например, building.xml), файл с расстановкой людей (building_people.xml), файл дополнений (building_doors.xml). Необязательным является файл с набором препятствий (мебели)

(building_furniture.xml). Эти файлы должны лежать в корневом каталоге папки текущего проекта.

Важно! Если на компьютере модуль запускается впервые, то, возможно, потребуются права администратора (зависит от настроек операционной системы компьютера).

7.2 Подготовительные действия: подгрузка, создание файла настроек расчета эвакуации

После нажатия кнопки «Расчет эвакуации» открывается окно настройки параметров и запуска расчетов эвакуации, Рисунок 7.2.

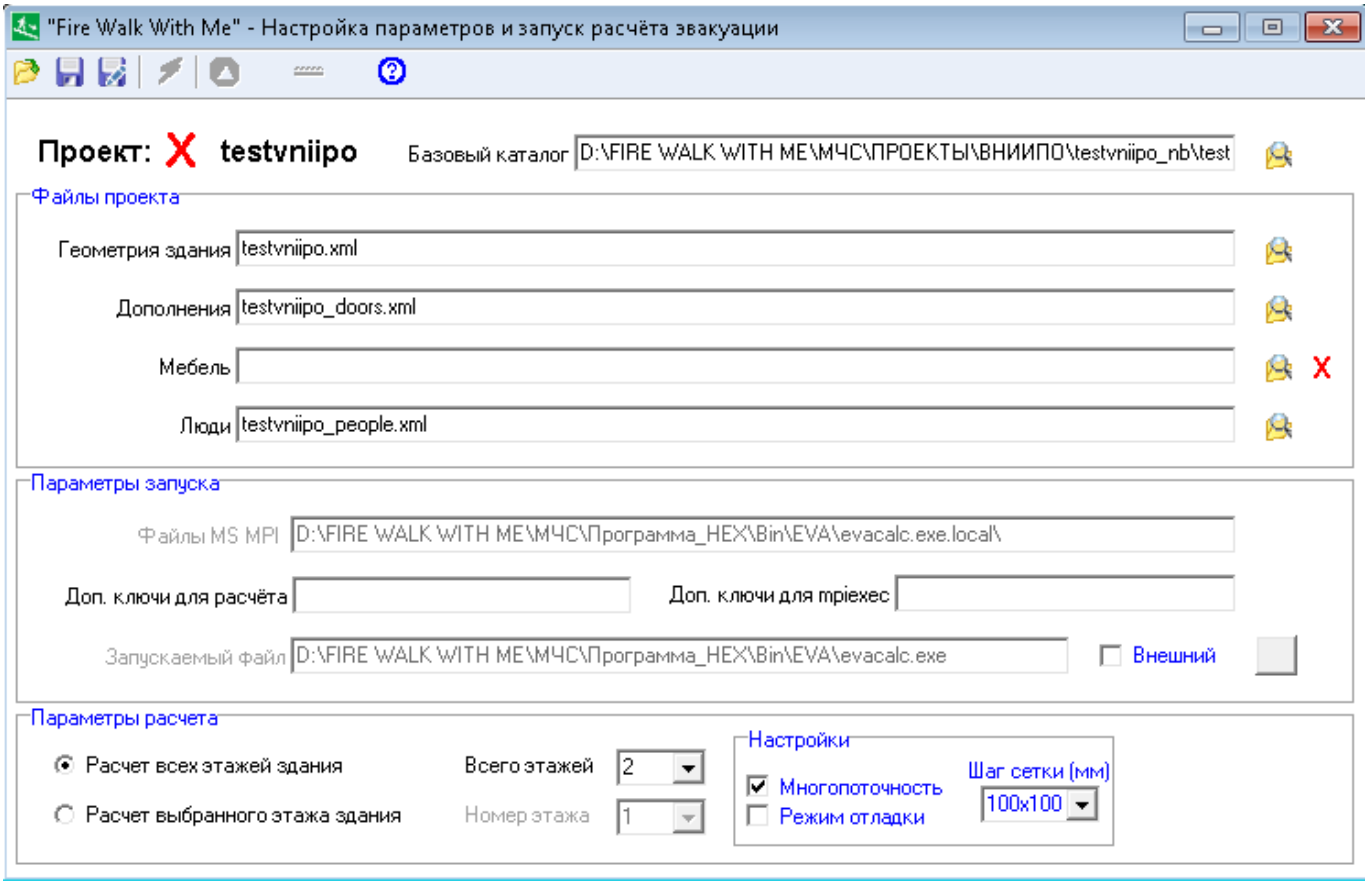


Рисунок 7.2 – Окно модуля настройки параметров и запуска расчета эвакуации

По умолчанию модуль обращается к текущей папке проекта, п. 3.2, путь к которой указывается в графе «Базовый каталог».

Окно имеет 3 раздела:

- «Файлы проекта» (указываются все предварительно подготовленные файлы, необходимые для выполнения расчета, все распознанные файлы из папки проекта подгружаются автоматически),

- «Параметры запуска» (необходимые поля заполняются автоматически, пустые – являются дополнительными и их следует изменять в очень редких экзотических случаях по согласованию с разработчиком),

- «Параметры расчета» (позволяет ограничить расчет только на заданных этажах, выбрать шаг сетки для расчета поля расстояний).

«Файлы проекта». Автоматически программа подгружает все файлы, необходимые для выполнения расчета и сохраненные в папке проекта с именами присвоенными по умолчанию. ОБЯЗАТЕЛЬНЫМИ являются поля:

- «Геометрия здания» (сюда подгружается файл с геометрией здания, то есть расчетной областью для эвакуации, который был создан в модуле «Подготовка здания», это основной файл проекта, имеет расширение xml),

- «Люди» (сюда подгружается файл с данными по людям, который был создан в модуле «Создание сценария эвакуации», имеет расширение xml),

- «Дополнительно» (сюда подгружается файл с дополнительной информацией по проемам, сгенерированный в модуле «Создание сценария эвакуации», имеет расширение xml).

Если в процессе создания сценария эвакуации была расставлена мебель и препятствия, тогда этот файл так же подгружается автоматически.

Файлы подгружаются автоматически, если они однозначно соотносятся по имени с файлом проекта, то есть были сохранены под именами предлагаемыми модулями программы по умолчанию. Если состав файлов в папке проекта не позволяет сделать однозначную идентификацию хранящихся файлов по имени на принадлежность к проекту, то соответствующее поле остается незаполненным, Рисунок 7.4. В этом случае поле необходимо/можно заполнить путем загрузки соответствующих фалов с помощью кнопки .

«Параметры расчета» содержит поля и опции:

- Расчет всех этажей здания (опция активна по умолчанию, если она активна, то выполняется расчет количества этажей, указанного в поле «Всего этажей»),

- Всего этажей (поле заполняется автоматически после заполнения поля «Геометрия здания» в разделе «Файлы проекта», здесь указывается максимальное количество этажей в здании, это значение можно изменить на меньшее),

- Расчет выбранного этажа (если опция активна, то выполняется расчет эвакуации только с этажа, номер которого указан в поле «Номер этажа»),

- Номер этажа (поле становится активным при активной опции «Расчет выбранного этажа», здесь указывается номер этажа при поэтажных расчетах,

- Шаг сетки (задается шаг сетки для расчета поля расстояний, используемого для расчета эвакуации, по умолчанию 100x100 – для большинства задач этого достаточно).

Настройки расчета или принимаются по умолчанию или задаются необходимыми. Как правило – по умолчанию.

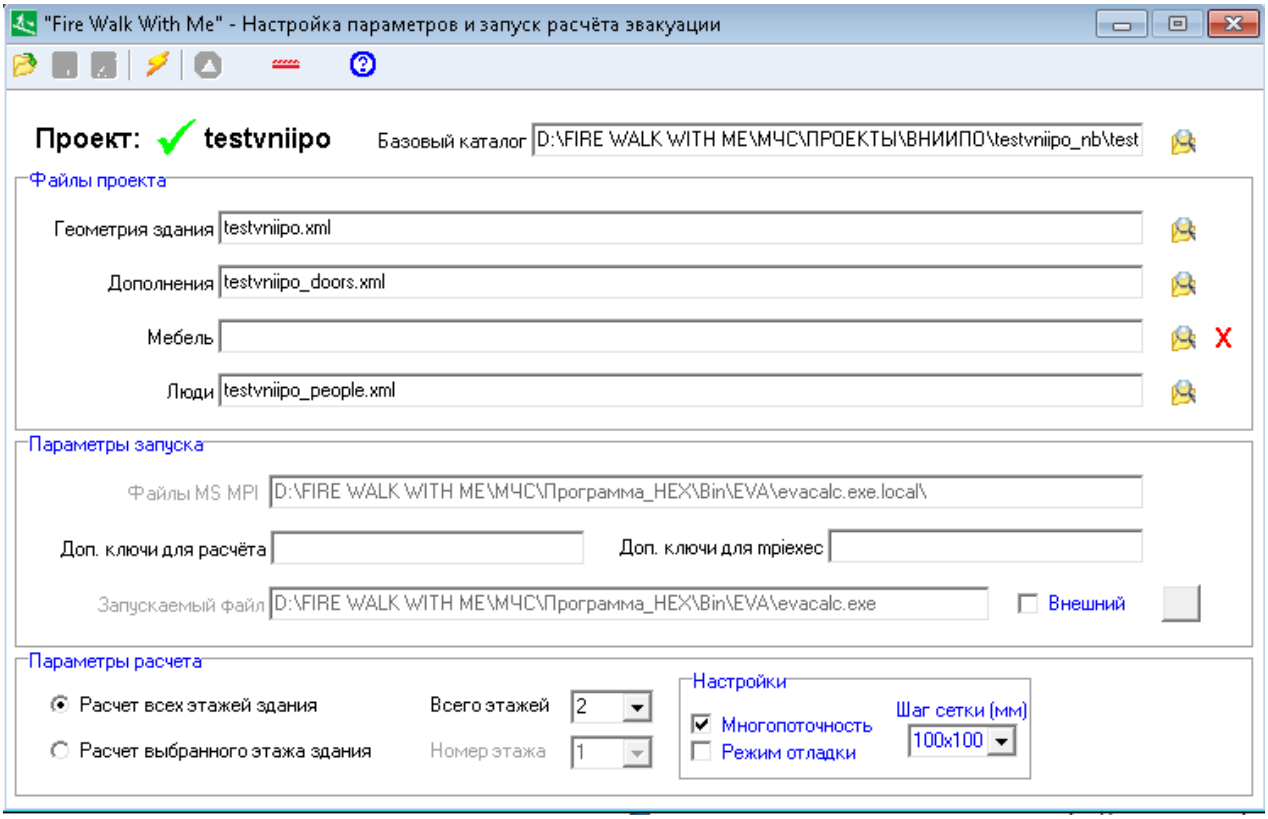


Рисунок 7.3 – Окно настройки параметров запуска расчета эвакуации, данные подготовлены к началу расчета эвакуации

7.2.1 Запуск расчета впервые/после смены настроек

При первом запуске расчета РЕКОМЕНДУЕТСЯ выполнить поэтажные расчеты, если выпадают сообщения об ошибках, то устранить все ошибки, касающиеся каждого этажа, затем выполнить расчет для всех этажей здания.

Для поэтажного запуска необходимо активировать «Расчет выбранного этажа здания», указать нужный номер этажа в поле «Номер этажа». В этом случае будет выполнен расчет эвакуации только для указанного этажа здания.

Чтобы запустить расчет необходимо сохранить файл настроек расчета эвакуации с помощью кнопки , находящейся на панели инструментов модуля. Автоматически будет создана папка eva и в нее будет сохранен файл настроек.

После того как файл настроек проекта сохранен, модуль активизирует кнопку выполнения расчета , Рисунок 7.3. Расчет запускается нажатием кнопки запуска расчета.

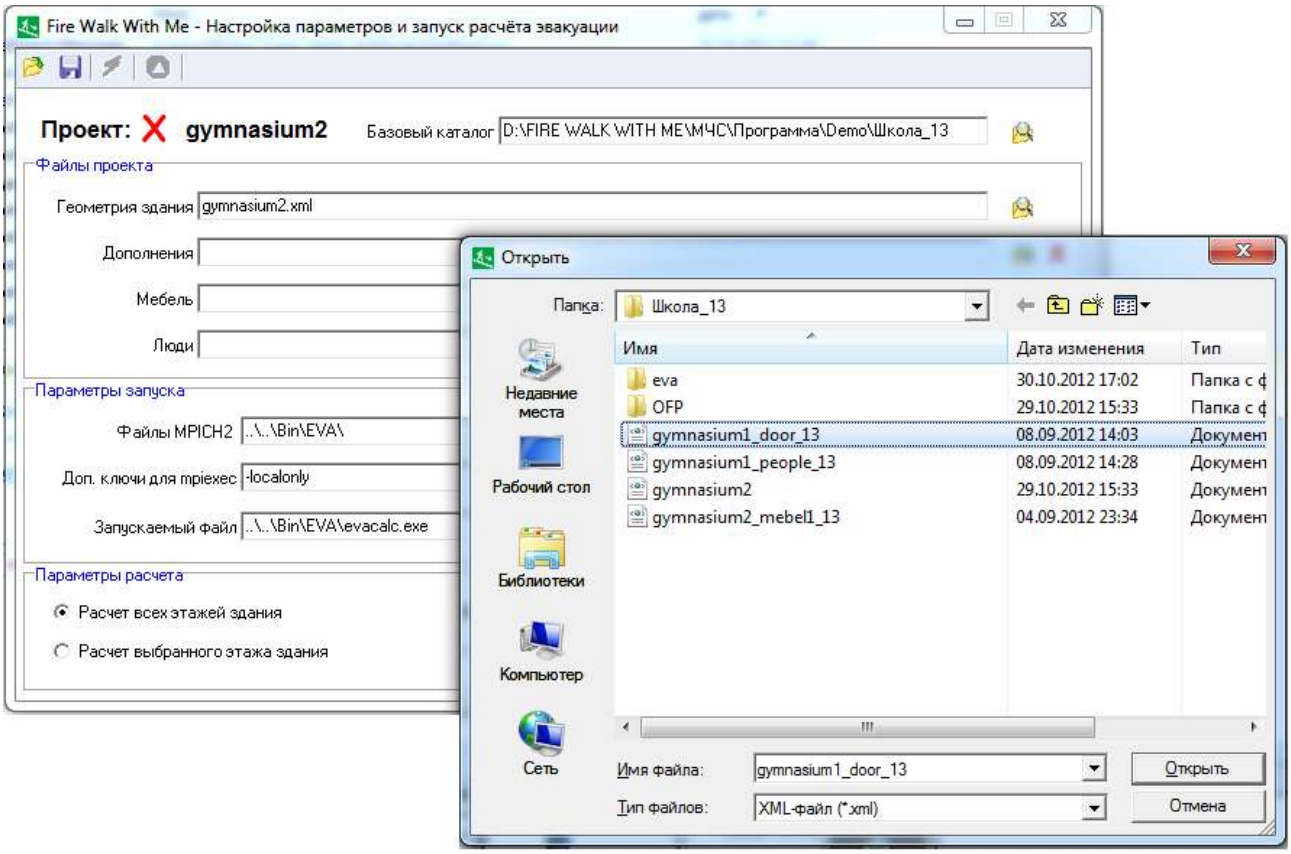


Рисунок 7.4 – Заполнение полей раздела «Файлы проекта»

Возможна такая ситуация: существуют разночтения в наименованиях файлов, хранящихся в папке проекта (то есть они не могут быть однозначно идентифицируемы *по имени* на принадлежность данному проекту, как, например, на Рисунок 7.4, где файлом проекта является «gymnasium2.xml», а в папке проекта хранятся файлы с другим префиксом). Тогда автоматически будет указан лишь «Базовый каталог», а поля раздела «Файлы проекта» можно заполнить, выбирая необходимые файлы из базового каталога с помощью кнопок для соответствующих полей раздела. Затем сохранить соответствующий файл настроек расчета. Но такая ситуация не желательна. Наилучшим вариантом является хранение файлов, относящихся к разным сценариям в разных папках. В этом случае будет однозначная и автоматическая идентификация необходимых файлов. Это ускоряет процесс работы с проектом и исключает возможную путаницу в данных.

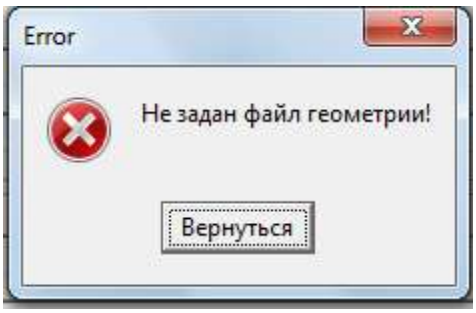
7.2.2 Запуск ранее выполнявшегося расчета

Если расчет ранее запускался и настройки расчета не менялись, то кнопка выполнения расчета будет активна, Рисунок 7.3. Расчет запускается нажатием кнопки запуска расчета.

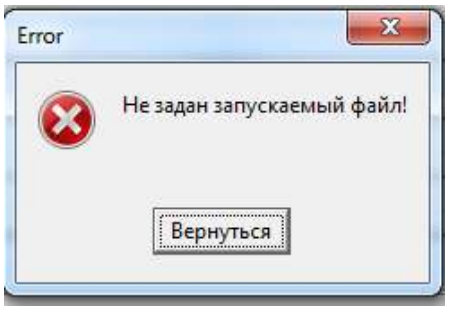
7.2.3 Возможные ошибки при запуске расчета

При попытке сохранить файл настроек расчета без заполнения в разделе «Файлы проекта» обязательных полей «Геометрия здания» и\или «Люди» и\или будет выдано соответствующее сообщение об ошибке, Рисунок 7.5а.

Для устранения ошибки необходимо «Вернуться» и заполнить обязательные поля раздела «Файлы проекта».



а)



б)

Рисунок 7.5 – Сообщения об ошибке при сохранении файла настроек расчета

Если модуль не нашел по умолчанию запускаемый файл, и поле «Запускаемый файл» в разделе «Параметры расчета» осталось пустым, при попытке сохранить файл настроек расчета будет выдано соответствующее сообщение об ошибке, Рисунок 7.5б.

Необходимо активировать опцию «Внешний», и с помощью кнопки напротив поля «Запускаемый файл» необходимо указать вручную с помощью средств проводника Windows путь к запускаемому файлу evacalc.exe.

Только после того, как каким-либо образом указан (сохранен впервые или подгружен существующий файл) настроек расчета эвакуации, модуль активизирует кнопку выполнения расчета , Рисунок 7.3.

7.3 Выполнение расчета эвакуации

Для выполнения расчета необходимо нажать кнопку . После запуска расчета открываются окна динамики процесса (инструмент контроля расчета): либо всех этажей здания, либо только выбранного этажа (Рисунок 7.6).

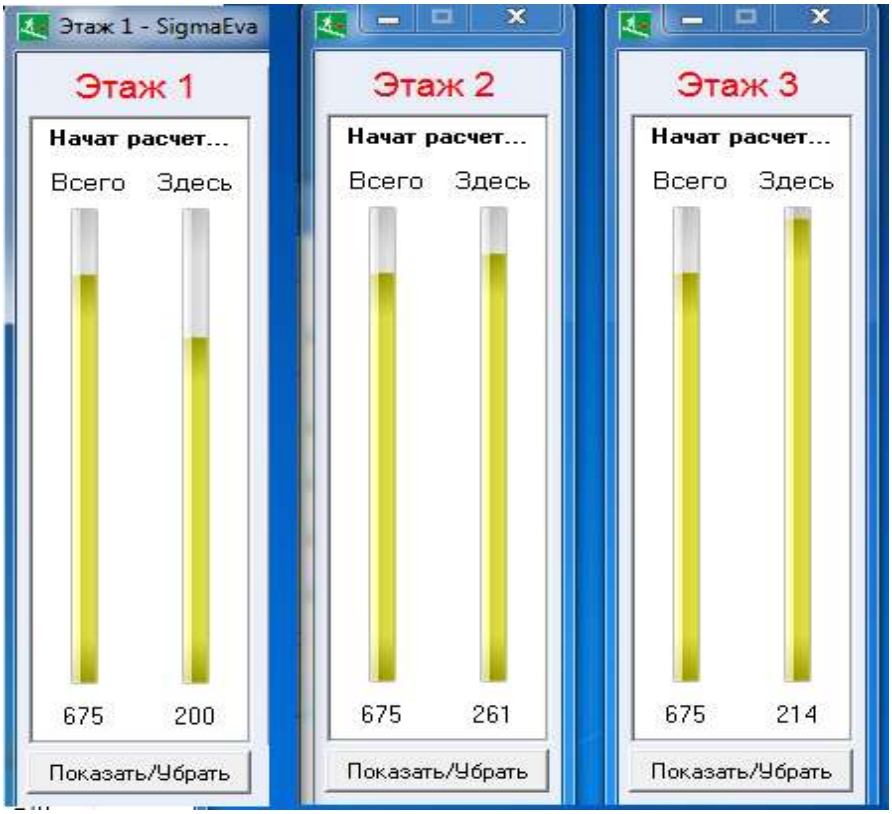


Рисунок 7.6 – Окна динамики процесса расчета эвакуации для всех этажей здания

Сначала происходит инициализация расчетной области по введенным данным, рассчитываются поля расстояний, прогресс-бары отображают процент выполненных расчетов для каждого этажа (этот этап может занимать до нескольких минут в зависимости от производительности компьютера). Затем начинается расчет эвакуации. Индикатор «Всего» отображает количество людей в здании в текущий момент, «Здесь» – количество людей на данном этаже (Рисунок 7.6).

Окно каждого этажа можно развернуть нажатием кнопки

При этом открывается схематичное представление двумерного плана соответствующего этажа с учетом препятствий (мебели), Рисунок 7.7. Возврат в свернутый режим отображения окна динамики процесса осуществляется при повторном нажатии на эту кнопку.

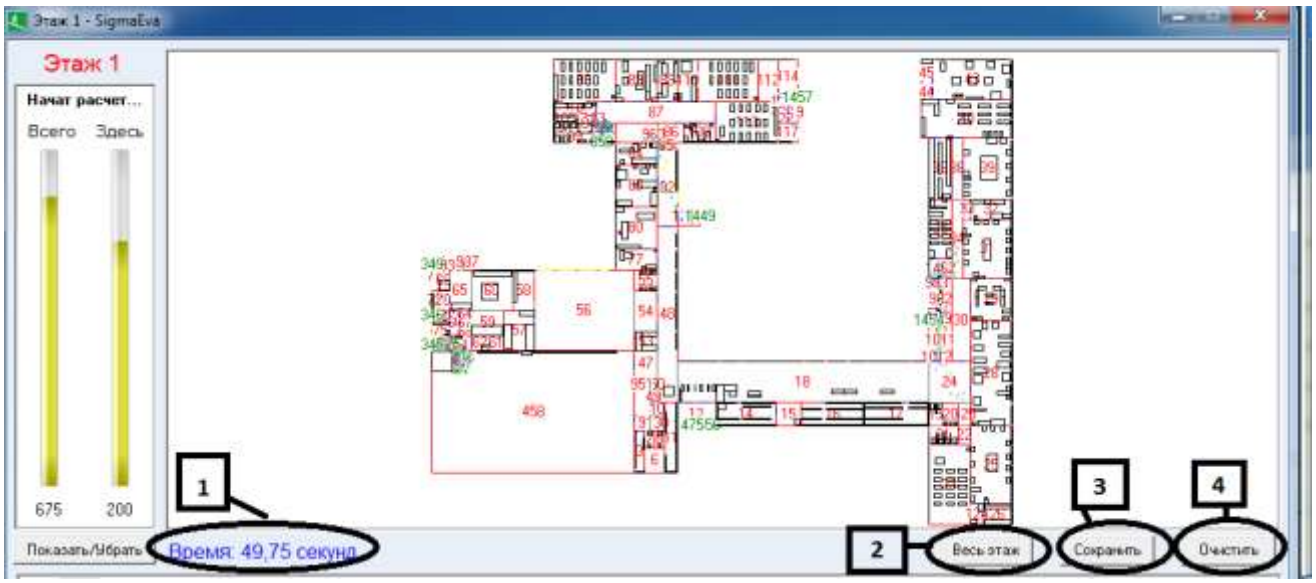


Рисунок 7.7 – Двумерный план здания и визуализация процесса эвакуации

В левом нижнем углу полного окна отображается время в секундах (1, Рисунок 7.7). В правом нижнем углу имеются кнопки Весь этаж, Сохранить, Очистить. Это кнопки для работы с отображением двумерного плана.

Можно выполнить масштабирование плана этажа с помощью клавиши Ctrl и левой и правой кнопок мыши. Чтобы увеличить фрагмент этажа нажимается клавиша Ctrl и делается щелчок правой кнопкой мыши в интересующую часть плана, тогда выполняется увеличение рисунка и размещение его по центру экрана. Уменьшить изображение можно нажав клавишу Ctrl и левую кнопку мыши. Чтобы отобразить весь этаж сразу нужно нажать кнопку Весь этаж. Если необходимо открыть окно этажа при следующем запуске с выбранным масштабом следует нажать клавишу Сохранить. При следующем запуске расчета эвакуации, масштаб для этого окна будет воспроизведен.

Во время выполнения расчета окно модуля настройки параметров и запуска расчета имеет вид, представленный на Рисунок 7.8. В поле окна все кнопки становятся неактивными, появляется анимированная картинка идущего по лестнице человечка.

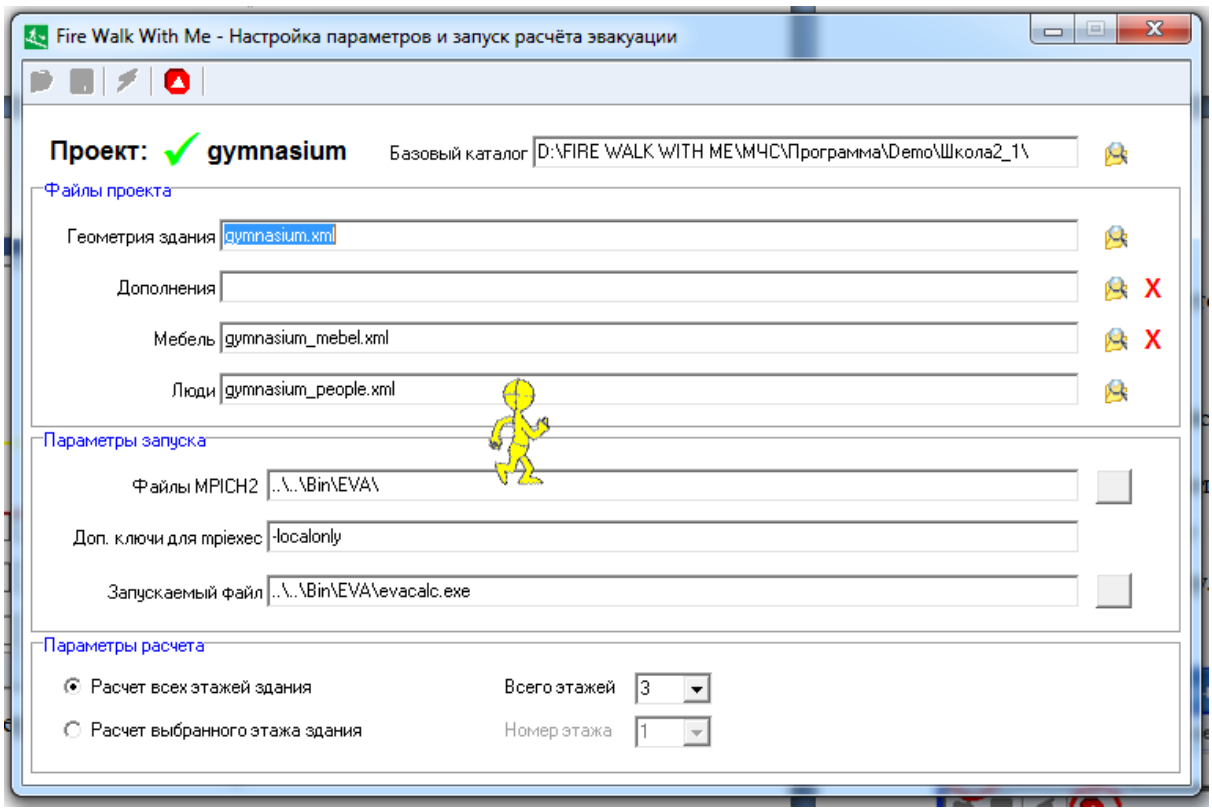


Рисунок 7.8 – Окно модуля настройки параметров и запуска расчета эвакуации во время выполнения расчета

После завершения расчета все окна контроля расчета автоматически закрываются, появляется сообщение с кратким итогом расчета (Рисунок 7.9), где указывается:

- количество эвакуировавшихся людей, чел.,
- время начала эвакуации, сек.,
- время окончания эвакуации, сек.,
- длительность эвакуации.

Нажатием кнопки «Ok» информационное окно закрывается.

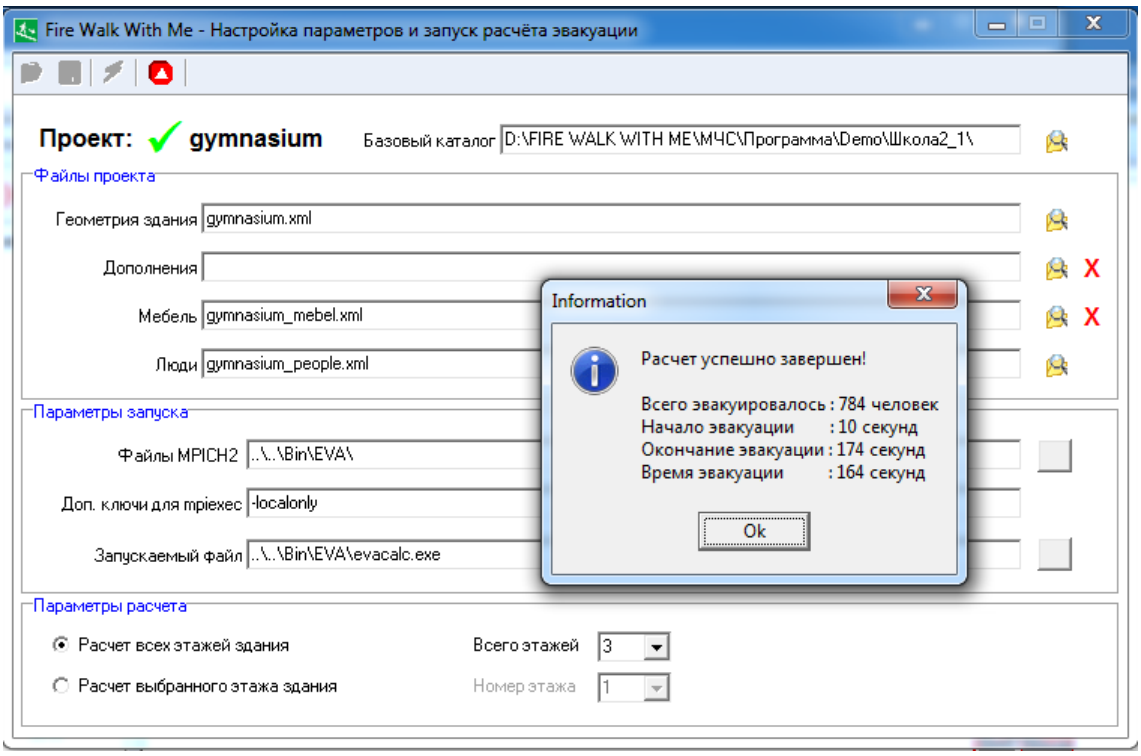


Рисунок 7.9 – Окно информации о завершении расчета эвакуации

При успешном завершении расчета результаты расчета сохраняются автоматически в корневой каталог папки проекта в файлы с расширениями *.eva и *.cod, имя которых в качестве префикса имеют имя файла проекта, например,. gymnasium_eva.eva и gymnasium_eva.cod.

Если расчет эвакуации впервые запускается на компьютере, то выпадут окна сообщения брендмауэра Windows с вопросом о разрешении работы программы evacalc.exe в сетях, Рисунок 7.10, и аналогичные для программ mpiexec.exe, smpd.exe. Следует нажать кнопку «Отмена».

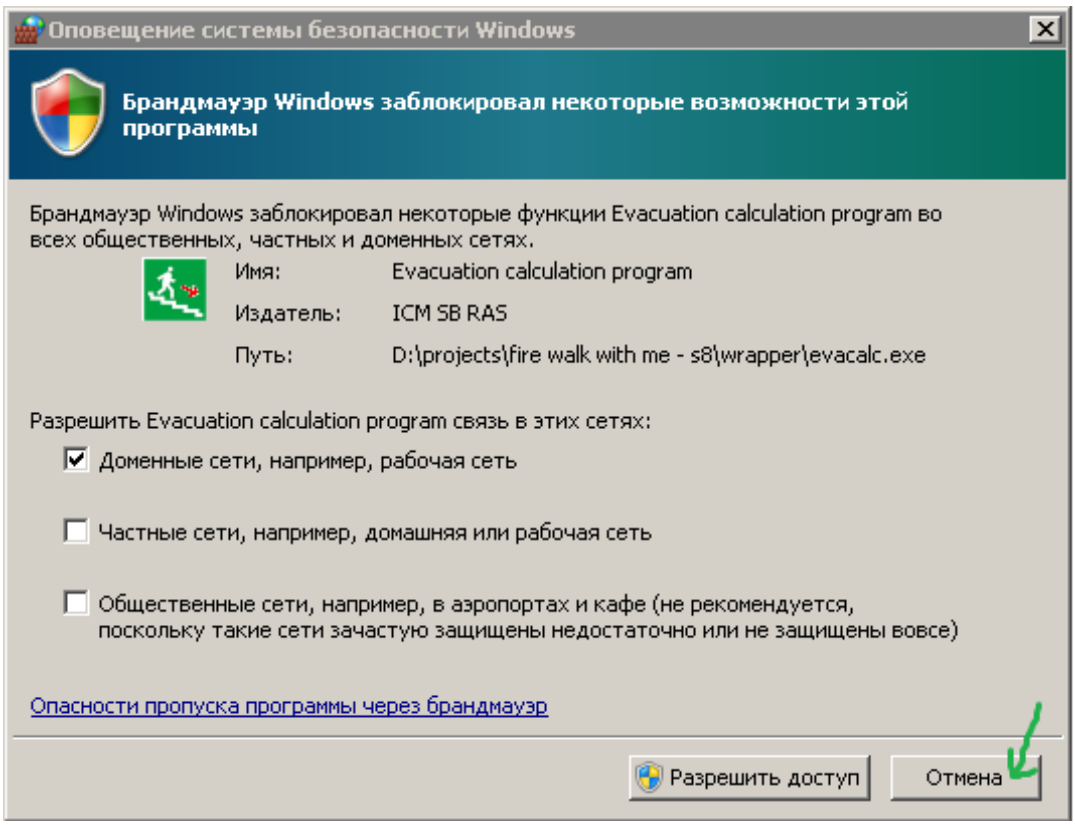


Рисунок 7.10 – Окно сообщения брендмауэра Windows

7.4 Возможные сообщения об ошибках во время расчета

Расчет может прекратится в режиме аварийной остановки, тогда появляется сообщение о прекращении расчета, Рисунок 7.11. Нажатием кнопки «Ok» информационное окно закрывается, и расчет может быть запущен заново.

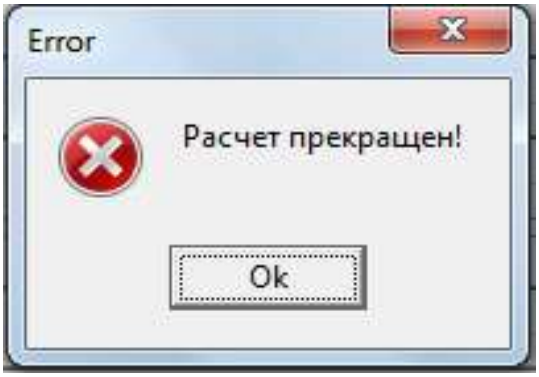


Рисунок 7.11 – Принудительное или вызванное возникновением ошибки прекращение расчета

Если расчетному модулю удается идентифицировать возникшую проблему, тогда выдается сообщение с информацией о причине ошибки, например, Рисунок 7.12.

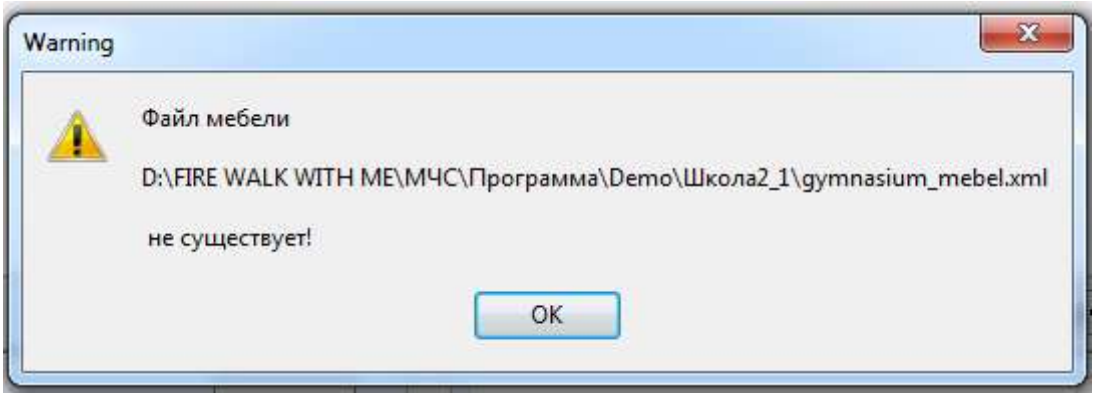


Рисунок 7.12 – Сообщение об ошибке и ее причине

Данная ошибка может возникнуть, если в папке проекта уже существовал файл настроек проекта, но он не соответствует текущему составу файлов проекта. В этом случае из папки EVA следует удалить файл с расширением ini и запустить расчет заново.

Если возникают ошибки при чтении данных, то выпадают сообщения типа следующего, Рисунок 7.13.

Рисунок 7.13 – Сообщение об ошибке чтения данных

Ошибка, представленная на Рисунок 7.13, есть следствие неправильного задания свойств этажа здания при работе с инструментом «Здание», см. раздел 4.6, а именно не задан (задан ошибочно) номер этажа здания. Вследствие этого люди также соотнесены с этажом имеющим неправильный номер, в этом случае корректный расчет эвакуации невозможен. Необходимо исправить номер этажа в

геометрии здания, п.4.6, открыть заново модель «Редактор сценариев эвакуации», открыть файл с людьми и пересохранить данные.

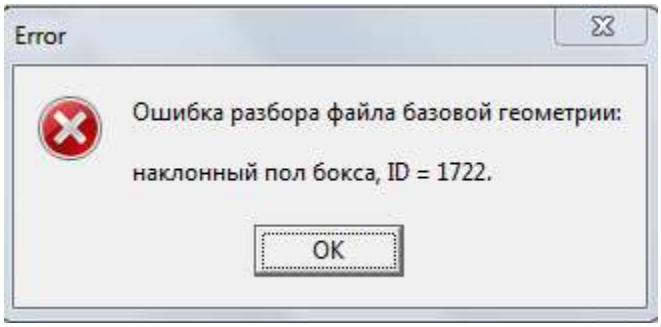
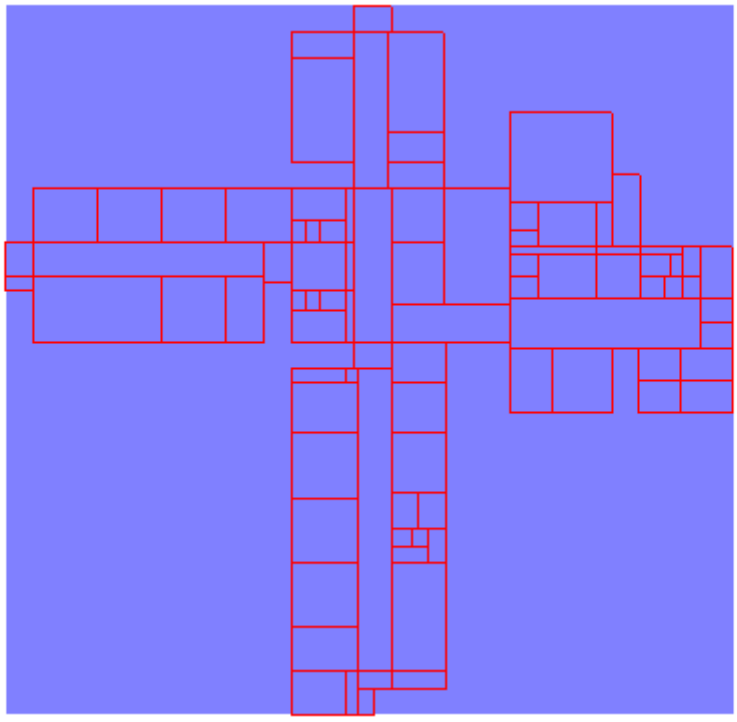
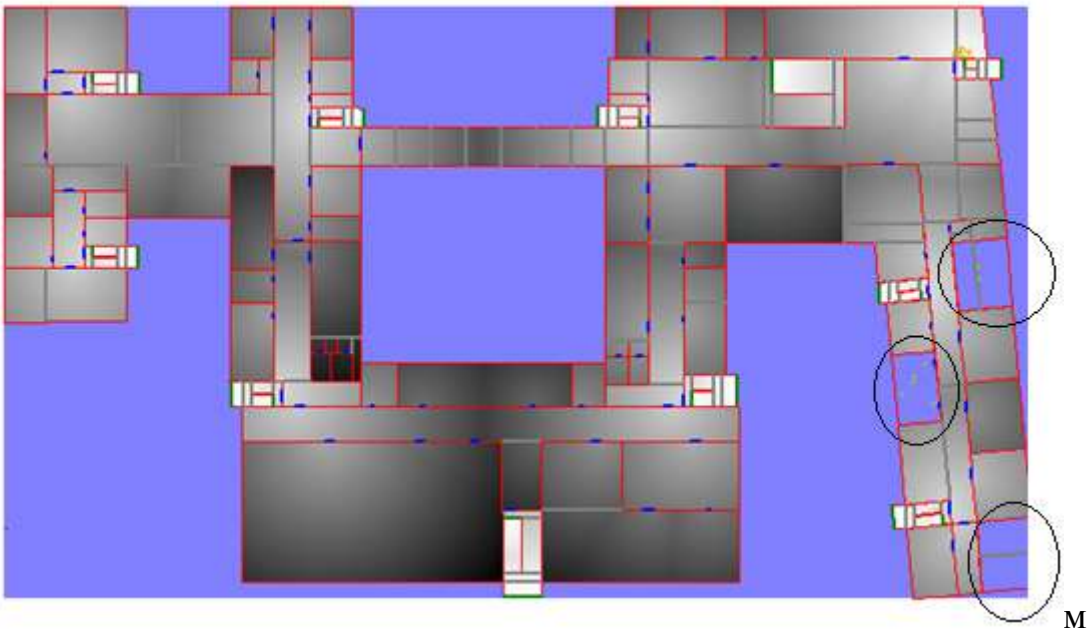


Рисунок 7.14 – Сообщение об ошибке в геометрии здания

Ошибка, представленная на Рисунок 7.14, возникает, если в геометрии здания имеется блок, нижняя грань которого не является горизонтальной. Негоризонтальные нижние грани могут иметь только элементы лестниц. Блоки помещений должны иметь только горизонтальную нижнюю грань.



а)



б)

Рисунок 7.15 – Вид расчетной области этажа с некорректным заданием геометрии этажа

На Рисунок 7.15 а и Рисунок 7.15 б представлены варианты планов этажей с изолированными областями (закрашены голубым цветом), причем на первом рисунке все помещения этажа изолированы друг от друга, на втором – большая часть помещений являются корректными (закрашены в серый цвет разной градации), выделенные помещения являются изолированными от остальной части этажа. Следует исправить ошибки в геометрии здания в модуле «Подготовка здания» - определить корректно связи между блоками с помощью проемов (проемы должны лежать в плоскости общей грани блоков) и/или, пристыковать вплотную блоки друг к другу и/или исправить иные ошибки.

В случае выпадения подобных ошибок следует выполнить принудительную остановку расчета нажатием кнопки на панели инструментов в окне настройки параметров расчета, Рисунок 7.16, и исправить ошибку задания начальных данных, запустить расчет заново.

7.5 Завершение работы в модуле

Расчет эвакуации может быть прерван с помощью кнопки на панели инструментов модуля, Рисунок 7.16. В этом случае будет выдано сообщение о прекращении расчета, Рисунок 7.11. Другой способ прерывания расчета не допускается, это приведет к ошибке и, возможно, «зависанию» компьютера.

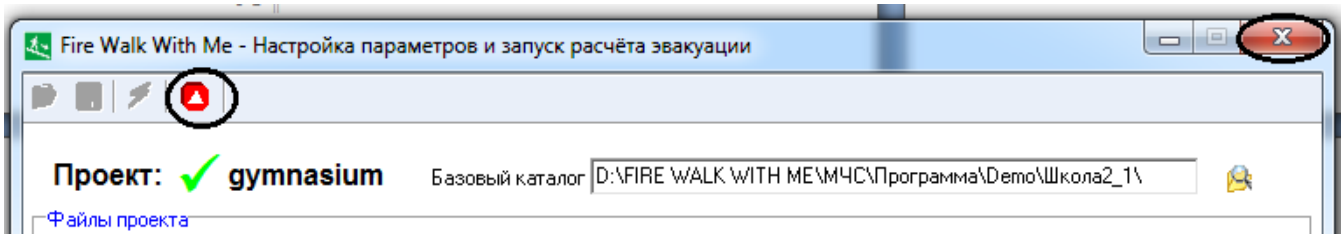


Рисунок 7.16 –Заключительные действия по работе с модулем

Прекращается работа с модулем расчета эвакуации закрытием окна модуля путем нажатия на закрывающую кнопку в правом верхнем углу окна модуля, Рисунок 7.16.

8. МОДУЛЬ ВИЗУАЛИЗАЦИИ И АНАЛИЗА РАСЧЕТОВ

8.1 Запуск модуля

Условиями выполнения визуализации расчетов являются установленное программное обеспечение (см. пп. 2.2), нажатием в главном окне интерфейса программы на панели инструментов кнопки «Визуализация», которая обозначена значком , Рисунок 8.1. После чего открывается модуль визуализации, в котором используются файлы с результатами расчетов по умолчанию.

Обязательным для корректной работы визуализации является требование к видеокарте, п. 2.2.

Необходимые разделы (файлы), относящие к одному проекту, для выполнения визуализации:

1) визуализация распространения ОФП (без расчета и визуализации эвакуации):
   - здание (например, building.xml),
   - ОФП (building_ofp.ofp);
2) визуализация эвакуации (без расчета и визуализации распространения ОФП) распространения ОФП:
   - здание (например, building.xml),
   - люди (например, building_people.xml),
   - эвакуация (например, building_eva.eva,
   необязательными являются разделы «Мебель», «Двери»;
3) совместная визуализация распространения ОФП и эвакуации:
   - здание (например, building.xml),
   - люди (например,building_people.xml),
   - эвакуация (например,building_eva.eva,
   - ОФП (например,building_ofp.ofp),
   -эвакуация (статистика) (например, building_eva.cod)
   необязательными являются разделы «Мебель», «Двери».

Набор файлов по умолчанию должен лежать в корневом каталоге папки текущего проекта. В случае необходимости изменить состав файлов для визуализатора необходимо нажать Ctrl+кнопка «Визуализация». При этом появится окно выбора файлов, подгружаемых визуализатором (Рисунок 8.2) В нем при необходимости можно указать иные файлы в разделах нажатием кнопки напротив соответствующего файла (Рисунок 8.2). После чего появится окно, в котором можно выбрать необходимый файл (Рисунок 8.3). Кроме этого есть возможность отображать распространение ОФП в визуализаторе с коэффициентом 0,8 используемым при расчете вероятности эвакуации. Для этого необходимо активировать опцию «Отображение распространения офп с коэффициентом 0,8» (по умолчанию не активна) внизу окна «Файлы» (Рисунок 8.2). Определив нужные файлы и определив режим отображения распространения ОФП или оставив все по умолчанию, нажимаем кнопку «Ок» (Рисунок 8.2). После этого должно появиться окно «Подготовка данных» означающая, что визуализатор начал обработку данных файлов (Рисунок 8.4).

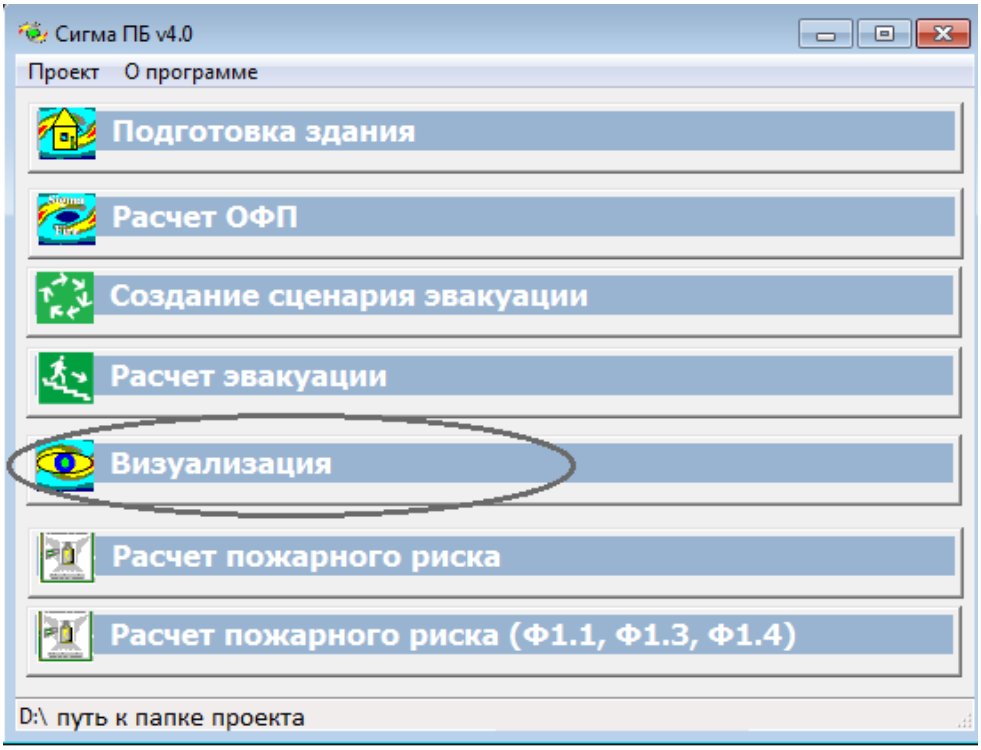


Рисунок 8.1 – Запуск модуля визуализации из главного интерфейса программы.

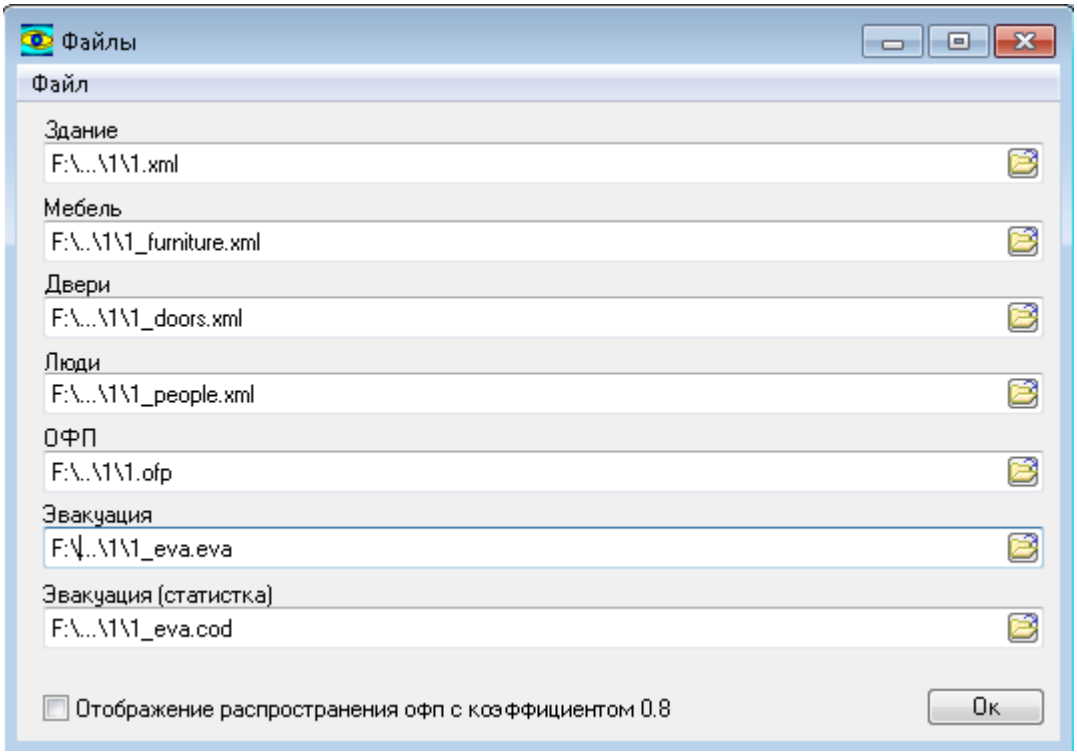
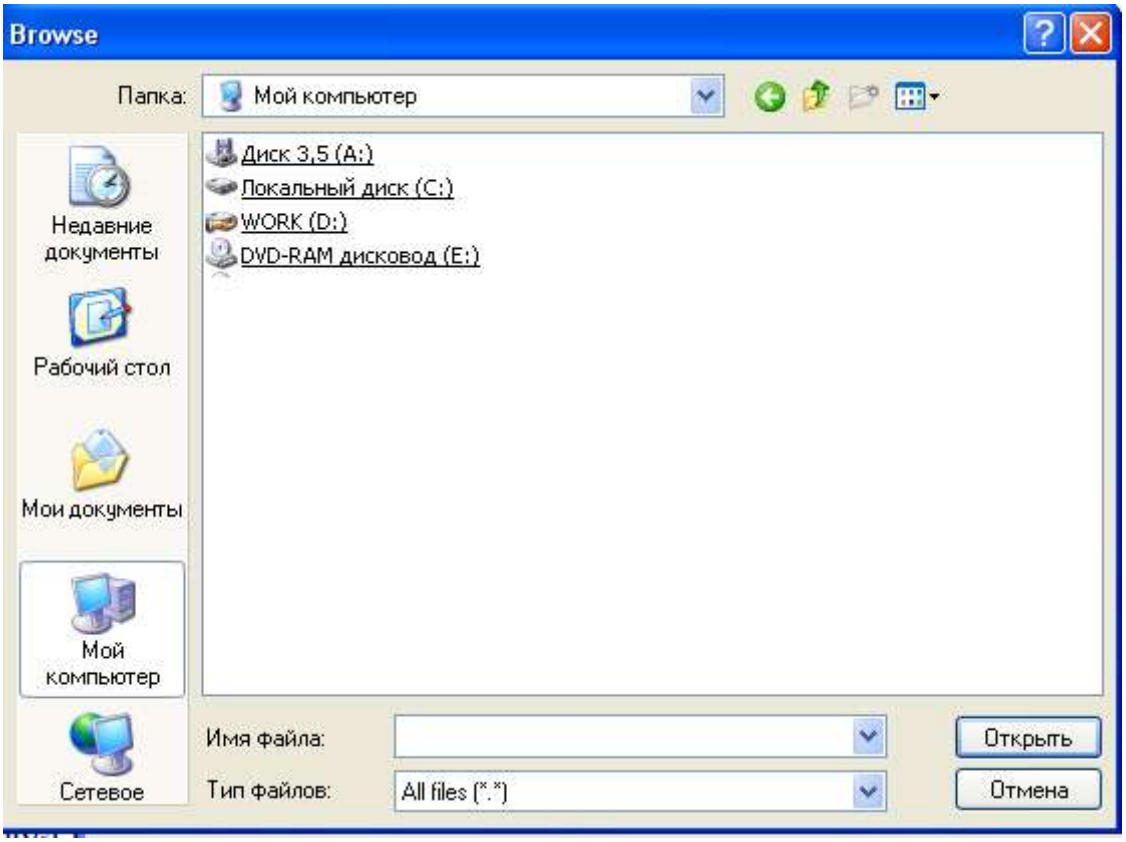


Рисунок 8.2 – Окно «Файлы».



4100

Рисунок 8.3 – Окно выбора файла.

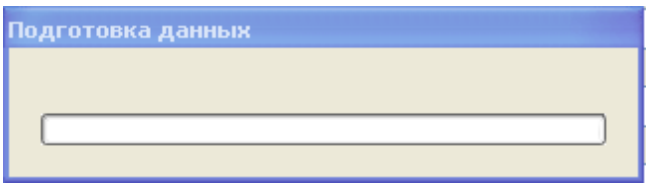


Рисунок 8.4 – Обработка файлов.

8.2 Управление отображением информации

Окно визуализатора имеет три компоненты: собственно окно визуализации (2, Рисунок 8.5), панель настройки визуализации (расположена слева – 3, Рисунок 8.5) и шкала отображаемого поля (ОФП и плотность потока людей, 4, Рисунок 8.5).

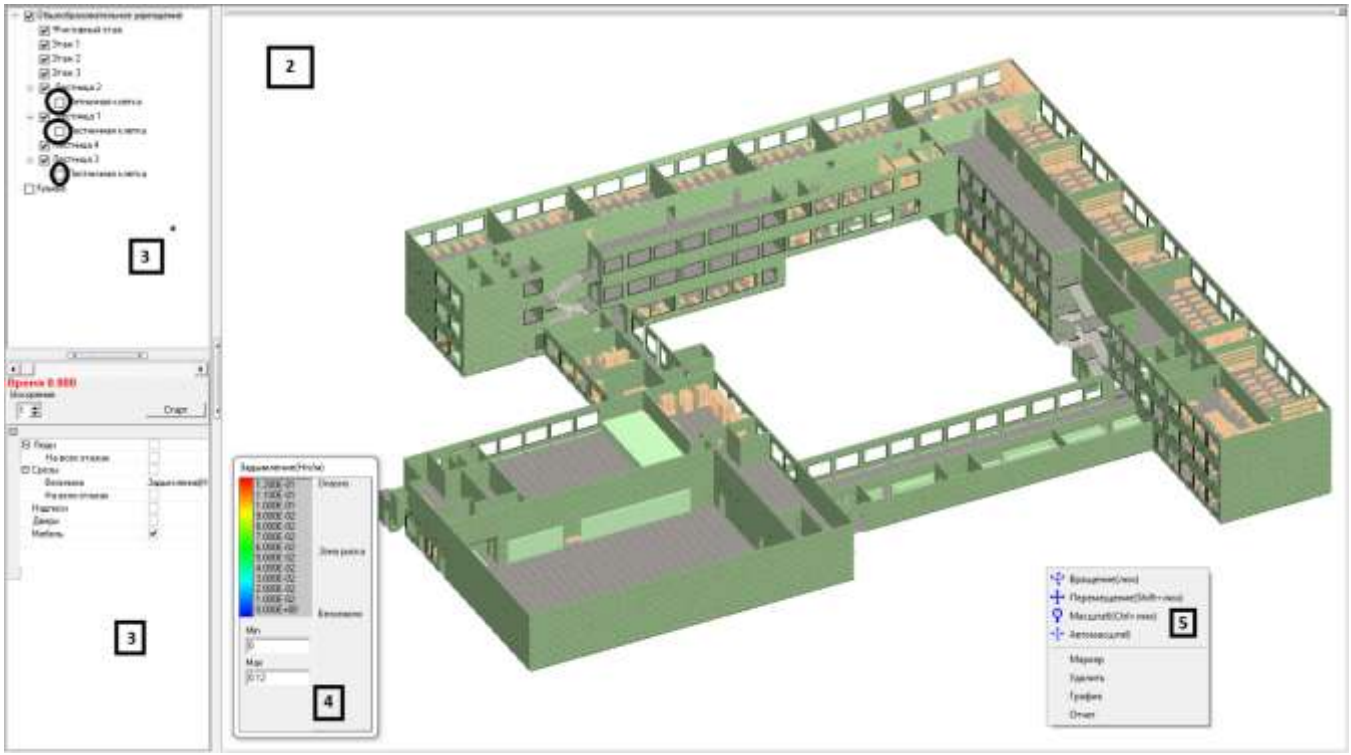


Рисунок 8.5 – Вид окна визуализатора

В окне визуализации можно вращать, перемещать или масштабировать здание объекта. *Вращение* выполняется движением мыши с нажатой левой клавишей (по умолчанию вращение вокруг оси Z). *Перемещение* выполняется движением мыши (в любом направлении в зависимости от текущей потребности) с нажатой левой клавишей и клавишей Shift клавиатуры. *Масштабирование* выполняется движением мыши (вперед или назад) с нажатой левой клавишей и клавишей Ctrl клавиатуры.

Подсказка по управлению отображением объекта появляется при нажатии правой кнопки мыши при расположении мыши в области визуализации (5, Рисунок 8.5).

Верхняя часть панели настройки визуализации (3, Рисунок 8.5) содержит дерево объекта и позволяет настроить отображение только нужных частей здания. По умолчанию дерево объекта является раскрытым, здесь содержится список всех этажей здания и всех лестниц в здании (Рисунок 8.6) (раздел «Фиктивный этаж» содержит служебную информацию). Лестницы состоят из маршей и площадок, помещенных в лестничные клетки[5]. Для удобства наблюдения за процессами движения людей и распространения ОФП предусмотрена возможность управлять отображением лестничных клеток, поэтому они представлены в дереве объекта как составные части лестниц.

Убирая или ставя «галочку» рядом с элементами здания, можно делать их невидимыми или наоборот – видимыми, соответственно. «Галочка» ставится наведением курсора мыши на соответствующий квадрат и нажатие левой клавиши мыши. Например, на Рисунок 8.5 представлено здание общеобразовательного учреждения, где видимы все этажи здания, скрыты – лестничные клетки всех лестниц здания. Это соответствует настройкам, представленным на Рисунок 8.6.

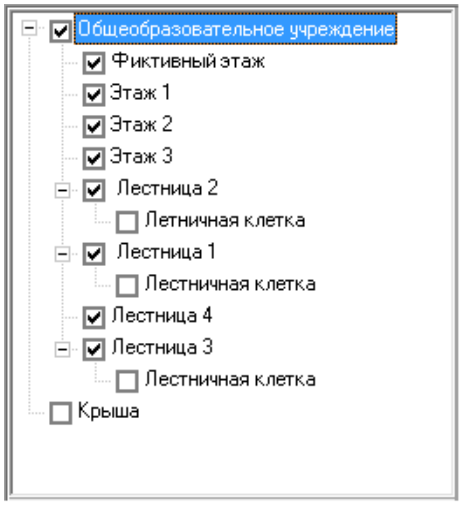


Рисунок 8.6 – Выбор элементов здания для визуализации, верхняя часть панели настройки визуализации

[5] Все названия элементов здания присваиваются при построении здания.

На Рисунок 8.7 представлено здание общежития, визуализированы 1 и 10 этажи здания, лестницы (марши и площадки) с 1 по 10 этаж, другие части здания скрыты.

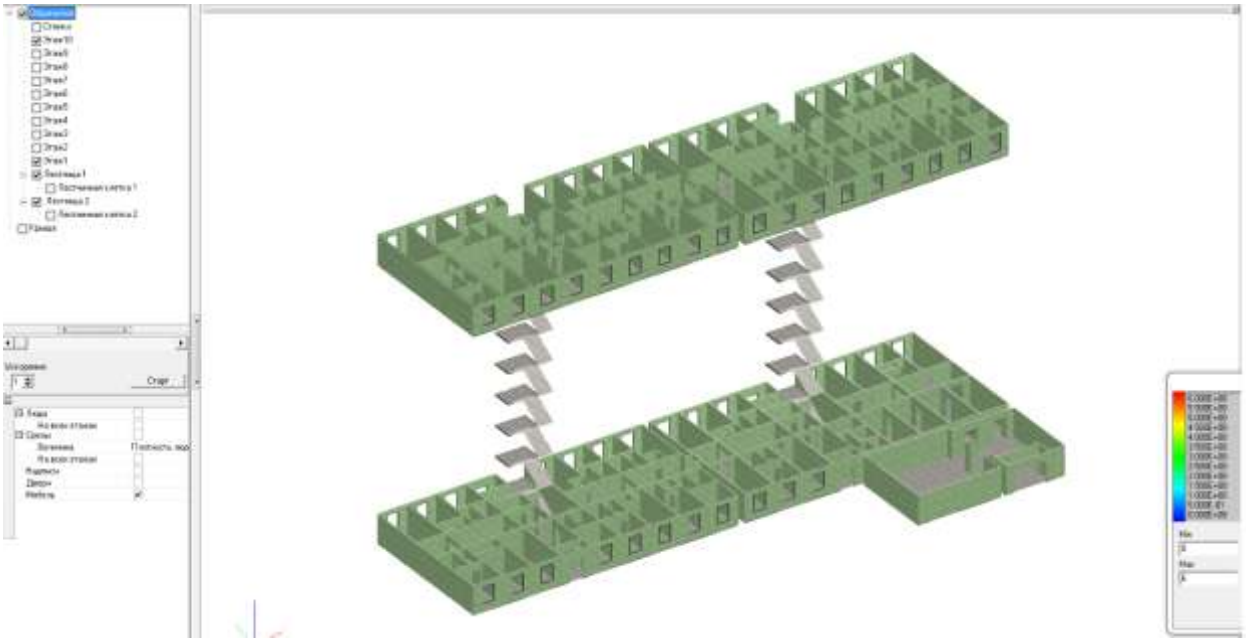


Рисунок 8.7 – Пример визуализации части элементов здания в общежитии

По умолчанию при загрузке окна визуализатора все элементы здания видимы (то есть, отмечены «галочками»).

Нижняя часть панели настройки визуализации (3, Рисунок 8.5) позволяет настроить отображение результатов расчета, соответствующих выбранному сценарию (Рисунок 8.8).

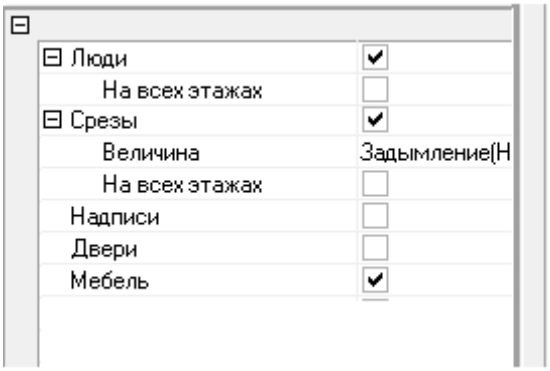


Рисунок 8.8 – Панель настройки визуализации результатов расчета сценария

Имеются следующие опции, отображением которых можно управлять: «Люди», «Срезы», «Надписи», «Двери», «Мебель». В разделе «Срезы» имеется подраздел «Величина» (Рисунок 8.9), где в выпадающем списке можно выбрать наименование поля для отображения. Доступны поля ОФП (концентрация O_2, концентрация CO_2, концентрация CO, концентрация HCl, температура (окружающей среды в здании), тепловой поток) и плотность (потока) людей. Выбрать нужный срез для отображения можно наведением курсора мыши на соответствующее наименование и последующим щелчком левой клавиши мыши.

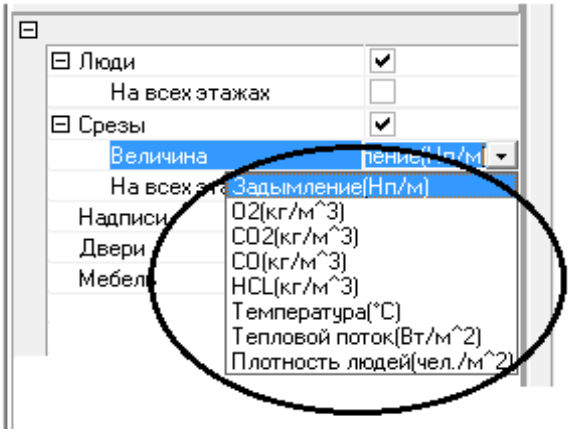


Рисунок 8.9 – Выпадающий список с наименованиями полей, доступных для отображения

Опции «Люди», «Срезы», «Надписи», «Двери», «Мебель» могут быть активизированы одновременно. Причем людей и срезы можно отображать и на тех этажах, которые скрыты для визуализации (то есть, не отмечены «галочкой» в верхней панели настройки визуализации). Для этого необходимо активизировать подъопцию «На всех этажах». Выбрать нужную опцию для отображения можно наведением курсора мыши на соответствующее наименование и последующим щелчком левой клавиши мыши. Если подъопция «На всех этажах» не активна для какого-либо из разделов «Люди», «Срезы», то при скрытии каких-либо этажей здания соответствующая информация не будет визуализироваться.

ВАЖНО! Визуальное отображение людей групп мобильности М2-М4 и их движения совпадает с группой М1. Визуально заметна лишь разница в скоростях

движения. Поэтому рекомендуется на этапе составления сценария эвакуации (п. 6.3) людей, относящихся к группам М2-М4, помечать специальным цветным маркером, например, красным.

Таймер (Рисунок 8.10) показывает время в секундах с начала возгорания или начала эвакуации, если визуализируется только эвакуация, и количество людей, находящихся на данный момент на объекте.

ВАЖНО! Для объектов класса функциональной пожарной опасности Ф 1.1 визуализация переноски немобильных пациентов не предусмотрена (поскольку Методика [1] не предполагает прямое моделирование перемещения таких групп людей, Методикой предусмотрено лишь оценивание времени достижения выхода из здания или в безопасную зону). Однако в показаниях счетчика людей информация о количестве немобильных пациентов и медперсонала, участвующего в переноске, учитывается.

Панель таймера содержит кнопку «Старт», нажатием которой запускается визуализация. В режиме запущенной визуализации действует кнопка «Стоп», которая приостанавливает визуализацию. Предусмотрена быстрая «прокрутка» сценария «вперед» и «назад». Для этого необходимо навести курсор мыши на бегунок таймера и, удерживая левую клавишу мыши, двигать бегунок вправо или влево соответственно. Последовательное нажатие стрелок «вправо», «влево» позволяет наблюдать динамику прямого и обратного процессов соответственно с интервалом в 5 секунд. Процесс визуализации сценария можно запустить с любого момента времени, установив этот момент времени либо с помощью бегунка, либо стрелок прокрутки времени.

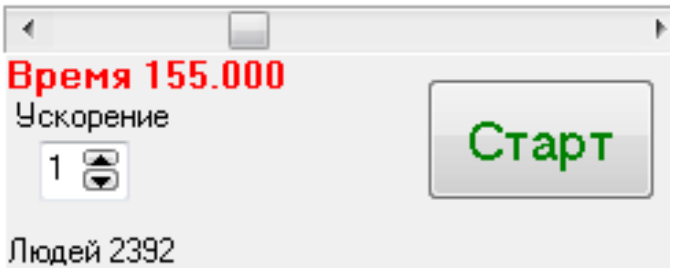


Рисунок 8.10 – Панель таймера и счетчик людей

По умолчанию визуализация запускается в режиме реального времени, но может быть ускорена. Для этого нужно выбрать «Ускорение» больше единицы нажатием стрелки «вверх» (Рисунок 8.10) с помощью курсора и левой клавиши мыши. Предусмотрено ускорение визуализации в 2, 3, 4 раза.

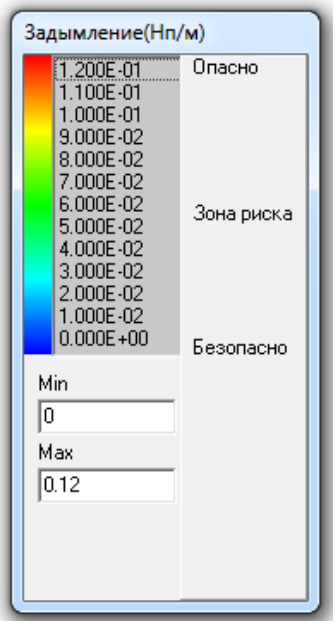


Рисунок 8.11 – Панель «Шкала»

Панель «Шкала» (Рисунок 8.11) в качестве имени имеет наименование визуализируемого среза и соответствующих единиц измерения. Шкала дает представление о соответствии числовых значений визуализируемого среза цветовому отображению.

Цвет изменяется от синего (безопасная зона, соответствует безопасным значениям визуализируемого среза) к красному (опасная зона, соответствует критическим для жизни и здоровья человека значениям визуализируемого среза). В Таблице 9.1 приводятся минимальное и максимальное числовые значения визуализируемого среза, единицы измерения.

Таблица 9.1– Значения визуализируемых срезов

Н.п.	**Наименование ОФП**	**Безопасная зона (значение ОФП)**	**ПДЗ ОФП**	**Единицы измерения**
1.	Потеря видимости (оптическая плотность дыма)	0	0.119	1/м
2.	Содержание O_2 (кислород)	0,252	0,226	кг/м^3
3.	Содержание CO_2 (углекислый газ)	0	0,11	кг/м^3
4.	Содержание CO (угарный газ)	0	$1{,}16 \cdot 10^{-3}$	кг/м^3
5.	Содержание HCL (хлороводород)	0	$23 \cdot 10^{-6}$	кг/м^3
6.	Температура	20	70	^{o}C
7.	Тепловой поток	0	1400	Вт/м^2

8.3 Доступ к интерактивным функциям «on-line» анализа

Модуль обеспечивает интерактивный режим запроса текущей статистической информации в режиме работы визуализатора. Можно вывести на экран визуализатора информацию о количестве человек в определенном помещении и площадь, на которой в данном помещении ОФП на высоте 1,7 м достиг ПДЗ (выдается информация об активном на данный момент ОФП, критические значения каждого ОФП представлены в таблице 9.1). Для этого необходимо навести курсор мыши на выбранное помещение и нажать правую кнопку мыши, в результате откроется окно (Рисунок 8.12).

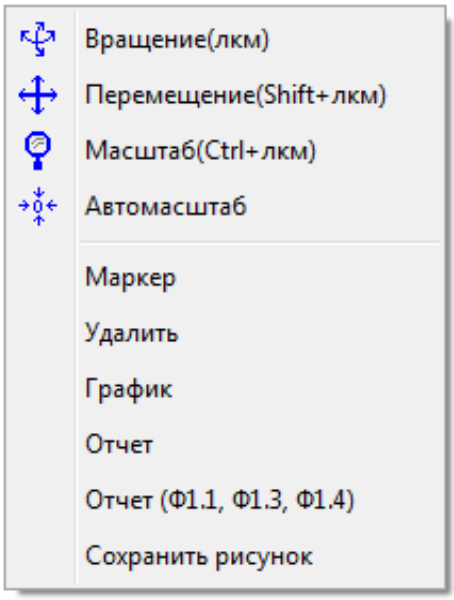


Рисунок 8.12 – Окно выбора инструментов анализа

В нижней части этого окна нужно выбрать опцию «Маркер». В результате будет установлен маркер в соответствующем помещении. Можно устанавливать одновременно до трех маркеров в разных помещениях. Каждый новый маркер окрашивается в другой цвет. На Рисунок 8.13 показаны два маркера. Формат маркера следующий: <номер маркера>, людей - <количество людей в помещении на данный момент>, S (крит.) - <количество квадратных метров помещения таких, что ОФП на высоте 1,7 достиг ПДЗ>.

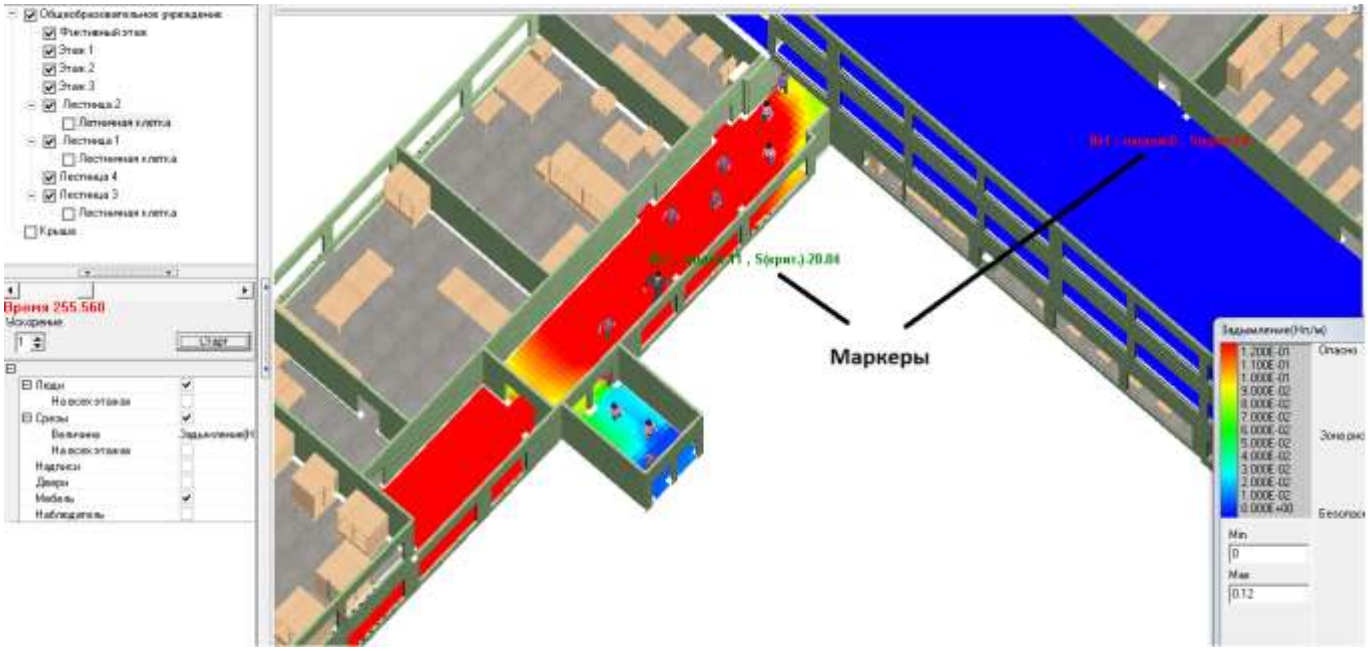


Рисунок 8.13 – Пример установки маркеров

Удалить маркер можно выполнив последовательность действий: навести курсор мыши на соответствующее помещение; нажать правую клавишу мыши, в результате чего откроется окно, изображенное на Рисунок 8.12; выбрать опцию «Удалить».

Информацию, динамически отображаемую маркерами, можно посмотреть в графическом представлении – на графике, по оси абсцисс которого отложено время, прошедшее с момента возгорания (или начала эвакуации), по левой – количество людей, по правой оси - площадь S (крит.) в м^2, Рисунок 8.14.

Открыть окно с графиками можно, выполнив следующие действия: навести курсор мыши на соответствующее помещение; нажать правую клавишу мыши, в результате чего откроется окно, изображенное на рисунке 12; выбрать опцию «График». Название окна с графиком содержит название визуализируемого сценария.

На графике левой оси (то есть количеству людей) соответствует жирная сплошная линия, правой оси (площади) – тонкая пунктирная линия. Графики соотнесены с соответствующими по цвету и номеру маркерами.

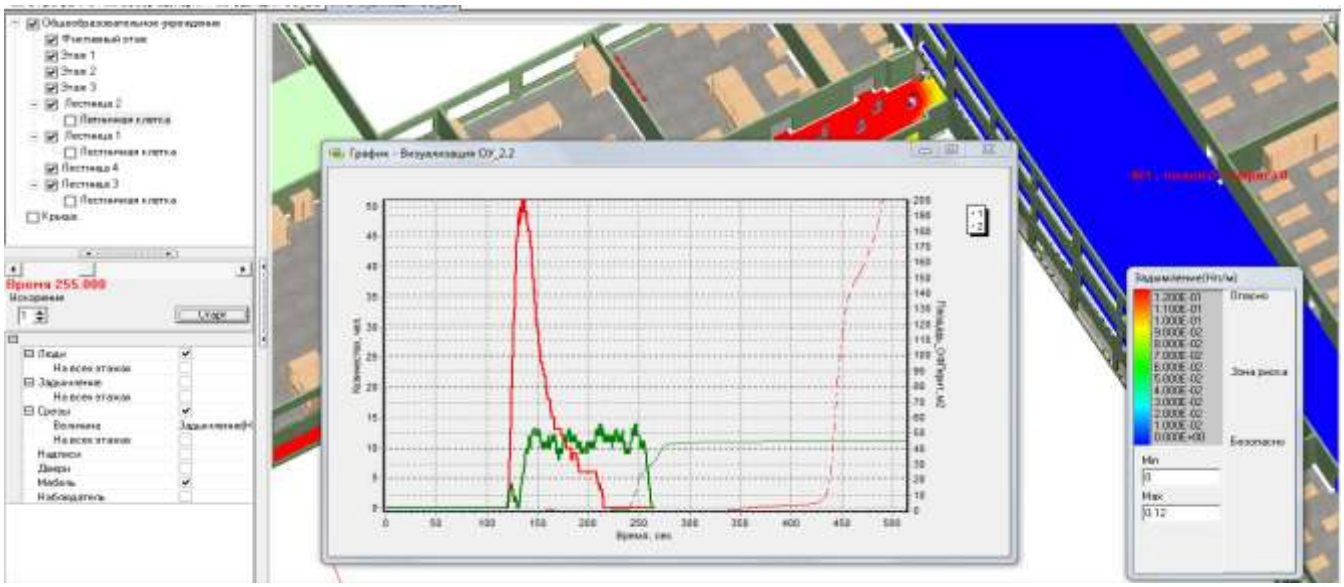


Рисунок 8.14 – Пример графиков для двух маркеров

Пересечение кривых соответствующих количеству людей и площадь, на которой в данном помещении ОФП на высоте 1,7 м достиг ПДЗ, свидетельствует о

том, что в этом помещении совпали два события: в нем находятся люди, но токсикологическая обстановка опасна для жизни и здоровья людей.

Свернуть (не закрывая) окно можно нажатием на значок « _ » в правом верхнем углу окна «График». В этом случае иконка окна поместится в левый нижний угол экрана. При необходимости можно развернуть окно «График».

Закрыть окно с графиком можно нажатием на значок « x » в правом верхнем углу окна «График».

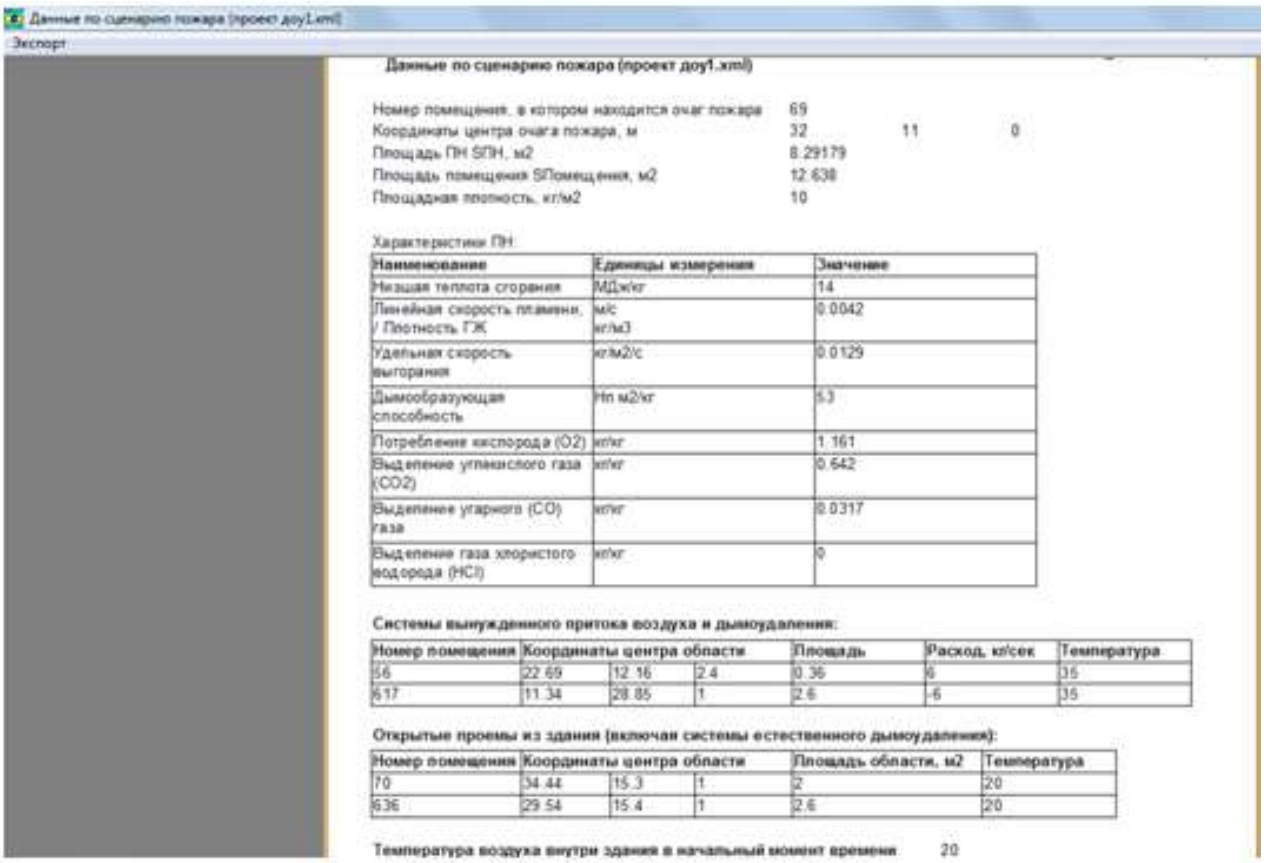
8.4 Формирование отчета

Предусмотрена возможность формировать итоговый отчет по расчету для данного сценария, выводить его на экран и сохранять в файл. Функция формирования отчета вызывается нажатием правой клавиши мыши в поле визуализации, в открывающемся списке, выбирается пункт «Отчет» или «Отчет Ф1.1, Ф1.3, Ф1.4», если выполняется расчет для зданий классов Ф1.1, Ф1.3, Ф1.4, Рисунок 8.12.

8.4.1 Отчет по начальным данным о сценарии пожара

В отчете (окно «Данные по сценарию пожара», Рисунок 8.15) содержится информация о данных по сценарию пожара:

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



Данные по сценарию пожара (проект доу1.xml)

Экспорт

Данные по сценарию пожара (проект доу1.xml)

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

Характеристики ПН:

Наименование	Единицы измерения	Значение
Низшая теплота сгорания	МДж/кг	14
Линейная скорость пламени, / Плотность ГЖ	м/с кг/м3	0.0042
Удельная скорость выгорания	кг/м2/с	0.0129
Дымообразующая способность	Нп м2/кг	5.3
Потребление кислорода (O2)	кг/кг	1.161
Выделение углекислого газа (CO2)	кг/кг	0.642
Выделение угарного (CO) газа	кг/кг	0.0317
Выделение газа хлористого водорода (HCl)	кг/кг	0

Системы вынужденного притока воздуха и дымоудаления:

Номер помещения	Координаты центра области			Площадь	Расход, кг/сек	Температура
56	22.69	12.16	2.4	0.36	6	35
617	11.34	28.85	1	2.6	-6	35

Открытые проемы из здания (включая системы естественного дымоудаления):

Номер помещения	Координаты центра области			Площадь области, м2	Температура
70	34.44	15.3	1	2	20
636	29.54	15.4	1	2.6	20

Температура воздуха внутри здания в начальный момент времени 20

Рисунок 8.15 – Окно отчета «Данные по сценарию пожара»

При необходимости отчет можно сохранить. Для этого необходимо воспользоваться кнопкой «Экспорт» в левом верхнем углу окна отчета. По умолчанию будет предложено сохранить отчет в папку текущего проекта. Файл сохраняется в формате *.pdf. Файлу будет автоматически предложено имя, содержащее в качестве префикса имя главного файла проекта, с постфиксом “_report_fire”, например, gymnasium_report_fire.pdft, если главным файлом проекта является gymnasium.xml.

8.4.2 Специализированный отчет: вероятность эвакуации

Отчет о результатах расчета(testvniipo.xml)

Экспорт Надписи в 3D

Отчет о результатах расчета(testvniipo.xml)

Номер элемента здания	Имя элемента здания	Количество человек в начальный момент времени	Время начала эвакуации (tінэ), сек	Длительность эвакуации (tірэв), сек	Время окончания эвакуации (tірэв +tінэ), сек	Время блокирования (tібл),сек	Блокирующий ОФП	Время скопления,tіск.,сек	Рiэ, если tірэв ≥ 0.8*tібл	Рiэ, если tірэв +tінэ ≥ 0.8*tібл ≥ tірэв	Рiэ, если tірэв +tінэ≤ 0.8*tібл
Этаж 1											
114	уч 17	4	120.25	4.75	125	125	Задымление(Нп/м)			0.791	
115	уч18	4	120.25	5.25	125.5	135	Задымление(Нп/м)			0.854	
116	уч 19	4	120.25	5.25	125.5	140	Задымление(Нп/м)			0.887	
117	уч 20	4	120.25	4.5	124.75	145	Задымление(Нп/м)			0.926	
106	уч 13	4	120.25	4.75	125	80	Задымление(Нп/м)			0.492	
107	уч 14	4	120.25	4.25	124.5	110	Задымление(Нп/м)			0.696	
108	уч 15	4	120.25	5	125.25	105	Задымление(Нп/м)			0.656	
109	уч 16	4	120.25	5.75	126	105	Задымление(Нп			0.65	

Рисунок 8.16 – Окно отчета «Отчет о результатах расчета»

По нажатию «**Отчет**» формируется отчет с анализом результатов расчета эвакуации и распространения ОФП, расчетом вероятности эвакуации для всех зданий кроме классов Ф 1.1, Ф 1.3, Ф 1.4.

В отчете (окно «Отчет о результатах расчета», Рисунок 8.16) содержится подробная поэтажная информация для элементов здания, составляющих путь эвакуации людей в данном сценарии. Информация соответствует Методике расчета пожарного риска [1]. Для каждого такого элемента здания приводится следующая информация:

– номер элемента здания (i) (под элементами здания понимаются помещения, в которых находятся люди в начальный момент времени и дверные проемы в здании, через которые проходили люди во время эвакуации);

– имя элемента здания;

– количество человек в начальный момент времени (заполняется только для тех элементов здания, к которым это применимо);

– время начала эвакуации из i-го элемента здания ($t^i_{нэ}$), сек (для помещений определяется как время начала движения первого человека, для проемов – время прохождения первого человека через этот проем);

– длительность эвакуации из i-го элемента здания ($t^i_{рэв}$), сек (расчетное время эвакуации из i-го элемента здания с момента ее начала, определяется по последнему человеку, покинувшему i-ый элемента здания);

– время окончания эвакуации из i-го элемента здания ($t^i_{рэв}+t^i_{нэ}$), сек;

– время блокирования i-го элемента здания ($t^i_{бл}$), сек

(эта величина определяется в соответствии с правилами:

1 - если i-ый элемент здания включен в расчетную область для ОФП: для помещения $t^i_{бл}$ определяется как максимальное из времен блокирования всех выходов из этого помещения на высоте 1,7 м от пола (то есть время блокирования последнего выхода из помещения, Приложение 6 [2], через который выходили люди); для проемов – $t^i_{бл}$ определяется как минимальное время достижения любым из ОФП предельно допустимого значения на высоте 1,7 м от пола в плоскости проема;

2 – если i-ый элемент здания лежит на границе с расчетной областью (таковыми могут быть только проемы), $t^i_{бл}$ определяется как минимальное время достижения любым из ОФП предельно допустимого значения на высоте 1,7 м от пола в плоскости проема;

3 – если i-ый элемент здания НЕ включен в расчетную область для ОФП: для помещения, в котором в начальный момент находились люди, и проемов, через которые они проходили в качестве $t^i_{бл}$ присваивается максимальное

время расчета распространения ОФП, заданное в разделе «Нестационарность» в модуле «Расчет ОФП->Параметры задачи», п. 5.5.14);

– блокирующий ОФП[6] (если графа для i-го элемента здания не заполнена, это означает или в процессе расчета блокирование элемента ни по одному ОФП не произошло, или элемент НЕ включен в расчетную область для ОФП и не лежит на границе с расчетной областью для ОФП);

– время скопления для i-го элемента здания, $t^i_{ск.}$,сек (длительность скопления людей на i-м элементе здания с плотностью более 0.5 $м^2/м^2$ (3,5 $чел/м^2$));

– вероятность эвакуации из i-го элемента здания ($P^i_э$), которая рассчитывается исходя из выполнения одного из условий:

- Условие 1: если для i-го элемента здания выполняется условие $t^i_{рэв} \geq 0.8*t^i_{бл}$, тогда $P^i_э=0$;
- Условие 2: если Условие 1 не выполняется, и для i-го элемента здания выполняются условия $t^i_{рэв}+t^i_{нэ} \geq 0.8*t^i_{бл} \geq t^i_{рэв}$ и $t^i_{ск}<360$, тогда $P^i_э=0{,}999\frac{0.8*t^i_{бл}-t^i_{рэв}}{t^i_{нэ}}$, если $t^i_{рэв}+t^i_{нэ} \geq 0.8*t^i_{бл} \geq t^i_{рэв}$ и $t^i_{ск}\geq 360$, тогда $P^i_э=0$;
- Условие 3: если Условие 1 и Условие 2 не выполняются, и для i-го элемента здания выполняются условия $t^i_{рэв}+t^i_{нэ}\leq 0.8*t^i_{бл}$ и $t^i_{ск}<360$, тогда $P^i_э=0{,}999$; если $t^i_{рэв}+t^i_{нэ}\leq 0.8*t^i_{бл}$ и $t^i_{ск}\geq 360$, тогда $P^i_э=0$.

В зависимости от того какое из условий выполняется, величина вероятности эвакуации из i-го элемента здания записывается в соответствующий столбец таблицы;

– вероятность эвакуации из здания ($P_э$), $P_э = \min\{P^1_э,\ldots,P^L_э\}$, L – количество элементов здания.

Информация сводится в таблицу, см. Таблица 9.2, и выводится на экран в окне «Отчет о результатах расчета».

[6] Блокировка по потере видимости для случая, когда оба горизонтальных линейных размера помещения меньше 20 м, предельно допустимое расстояние по потере видимости принимается равным наибольшему горизонтальному линейному размеру.

При необходимости отчет можно сохранить. Для этого необходимо воспользоваться кнопкой «Экспорт» в левом верхнем углу окна отчета. По умолчанию будет предложено сохранить отчет в папку текущего проекта. Файл сохраняется в формате *.pdf. Файлу будет автоматически предложено имя, содержащее в качестве префикса имя главного файла проекта, с постфиксом “_report_final”, например, gymnasium_report_final.pdf, если главным файлом проекта является gymnasium.xml.

Таблица 9.2 – Содержание отчета по результатам расчета согласно Методике расчета риска [2]

Номер элемента здания (i)	Имя элемента здания	Количество человек в начальный момент времени	Время начала движения ($t^i_{нэ}$), сек	Длительность эвакуации ($t^i_{рэв}$), сек	Время окончания эвакуации ($t^i_{рэв}+t^i_{нэ}$), сек	Время блокирования ($t^i_{бл}$), сек	Блокирующий ОФП	Время скопления, $t^i_{ск.}$, сек	$P^i_э$, если $t^i_{рэв} \geq 0.8*t^i_{бл}$	$P^i_э$, если $t^i_{рэв}+t^i_{нэ} \geq 0.8*t^i_{бл} \geq t^i_{рэв}$	$P^i_э$, если $t^i_{рэв}+t^i_{нэ} \leq 0.8*t^i_{бл}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<имя этажа>											
…	…	…	…	…	…	…			…	…	…
Вероятность эвакуации из здания $P_э$											

По нажатию «**Отчет (Ф 1.1, Ф 1.3, Ф 1.4)**» формируется отчет с анализом результатов расчета эвакуации и распространения ОФП, расчетом вероятности эвакуации для зданий классов Ф 1.1, Ф 1.3, Ф 1.4.

В отчете (окно «Отчет о результатах расчета», содержится подробная поэтажная информация для элементов здания, составляющих путь эвакуации людей в данном сценарии. Информация соответствует Методике расчета пожарного риска [2]. Для каждого такого элемента здания приводится следующая информация:

- номер элемента здания (i) (под элементами здания понимаются помещения, в которых находятся люди в начальный момент времени и дверные проемы в здании, через которые проходили люди во время эвакуации);
- имя элемента здания;
- количество человек в начальный момент времени (заполняется только для тех элементов здания, к которым это применимо);
- время блокирования i-го элемента здания ($t^{i}_{бл}$), сек

  (эта величина определяется в соответствии с правилами:

  1 - если i-ый элемент здания включен в расчетную область для ОФП: для помещения $t^{i}_{бл}$ определяется как максимальное из времен блокирования всех выходов из этого помещения на высоте 1,7 м от пола (то есть время блокирования последнего выхода из помещения, Приложение 6 [2], через который выходили люди); для проемов – $t^{i}_{бл}$ определяется как минимальное время достижения любым из ОФП предельно допустимого значения на высоте 1,7 м от пола в плоскости проема;

  2 – если i-ый элемент здания лежит на границе с расчетной областью (таковыми могут быть только проемы), $t^{i}_{бл}$ определяется как минимальное время достижения любым из ОФП предельно допустимого значения на высоте 1,7 м от пола в плоскости проема;
- 3 – если i-ый элемент здания НЕ включен в расчетную область для ОФП: для помещения, в котором в начальный момент находились люди, и проемов, через которые они проходили в качестве $t^{i}_{бл}$ присваивается максимальное время расчета распространения ОФП, заданное в разделе «Нестационарность»

в модуле «Расчет ОФП->Параметры задачи», п. 5.5.14); блокирующий ОФП[7] (если графа для i-го элемента здания не заполнена, это означает или в процессе расчета блокирование элемента ни по одному ОФП не произошло, или элемент НЕ включен в расчетную область для ОФП и не лежит на границе с расчетной областью для ОФП);

– время скопления для i-го элемента здания, $t^{i}_{ск.}$,сек (длительность скопления людей на i-м элементе здания с плотностью более 0.5 м^2/м^2 (3,5 чел/м^2));

– количество неэвакуировавшихся людей с участка i (это люди, которые находились на участке после момента времени $0.8*t^{i}_{бл}$ и которые на других участках не были учтены как неэвакуировавшиеся);

– вероятность эвакуации из здания ($P_э$), $P_э = \frac{N_\Sigma - N_{неэв}}{N_\Sigma} \cdot 0,999$, N_Σ - общее количество людей, эвакуирующихся в рассматриваемом сценарии; $N_{неэв}$ - количество не эвакуировавшихся людей из здания, то есть сумма по 7 столбцу, $N_{неэв} = \sum_{i=1}^{m} N^{i}_{неэв}$, m - количество участков в здании.

Информация сводится в таблицу, см. Таблица 9.3, и выводится на экран в окне «Отчет о результатах расчета».

ВАЖНО!

(1) Каждый человек, не успевший эвакуироваться учитывается в отчете только один раз – на том участке, где он впервые оказался в момент времени $0.8*t^{i}_{бл}$.

(2) В отчете учтены данные по перемещению *немобильных* пациентов и медперсонала, осуществляющего их переноску. Причем данные по медперсоналу учитываются, когда пара делает последний рейс по переноске.

[7] Блокировка по потере видимости для случая, когда оба горизонтальных линейных размера помещения меньше 20 м, предельно допустимое расстояние по потере видимости принимается равным наибольшему горизонтальному линейному размеру.

Таблица 9.3 – Содержание отчета по результатам расчета согласно Методике расчета риска [2] для зданий классов Ф 1.1, Ф 1.3, Ф 1.4.

Номер элемента здания (i)	Имя элемента здания	Количество человек в начальный момент времени	Время блокирования, $t^{i}_{бл}$, сек	Блокирующий ОФП	Время скопления, $t^{i}_{ск.}$, сек	$N^{i}_{неэв}$
1	2	3	4	5	6	7
<имя этажа>						
…	…	…	…	…		…
$P_э = \frac{N_\Sigma - N_{неэв}}{N_\Sigma} \cdot 0,999 =$						

При необходимости отчет можно сохранить. Для этого необходимо воспользоваться кнопкой «Экспорт» в левом верхнем углу окна отчета. По умолчанию будет предложено сохранить отчет в папку текущего проекта. Файл сохраняется в формате *.pdf. Файлу будет автоматически предложено имя, содержащее в качестве префикса имя главного файла проекта, с постфиксом “_report_final”, например, gymnasium_report_final.pdf, если главным файлом проекта является gymnasium.xml. На Рисунок 8.17 представлен пример отчета о результатах расчета для зданий классов Ф 1.1, Ф 1.3, Ф 1.4, сохраненного в файл.

Отчет о результатах расчета (проект 1.xml)

Номер элемента здания	Имя элемента здания	Количество человек в начальный момент времени	Время блокирования (tiбл),сек	Блокирующий ОФП	Время скопления,tiск.,сек	Niнезв
Этаж						
37	Помещение	18	40	Задымление(Нп/м)		2
34	Помещение	1	60	Задымление(Нп/м)		5
39	Помещение	1	65			
35	Помещение	1	65			2
36	Помещение		65			
38	Помещение	23	65		13.5	2
44	Проем		65			
45	Проем		65			

Вероятность эвакуации из здания Рэ	0.74925
Всего людей	44
Не эвакуировалось	11

Рисунок 8.17 – Пример отчета «Отчет о результатах расчета» для зданий классов Ф 1.1, Ф 1.3, Ф 1.4, сохраненного в файл

8.4.3 Возможные ошибки

В отчете по результатам расчета возможны ошибки представленные на Рисунок 8.18. Характерной особенностью является незаполненные значения в столбце «Время окончания эвакуации» и , как следствие, ошибка в столбце «Длительность эвакуации» для некоторых контрольных точек. Причиной является недостаточное количество информации для заполнения соответствующих значений. Для исправления ситуации необходимо выполнить расчет эвакуации с условием, что в поле «Дополнение» подгружен необходимый файл, п. 7.2.

Отчет о результатах расчета (проект склад3_4\склад2.xml)

Номер элемента здания	Имя элемента здания	Количество человек в начальный момент времени	Время начала эвакуации с участка (tінэ), сек	Длительность эвакуации (tірэв), сек	Время окончания эвакуации (tірэв +tінэ), сек	Время блокирования (tібл),сек	Блокирующий ОФП	Время скопления,tіск.,сек	Рiэ, если tірэв ≥ 0.8*tібл	Рiэ, если tірэв +tінэ > 0.8*tібл > tірэв	Рiэ, если tірэв +tінэ≤ 0.8*tібл
Этаж											
31	Помещение	2	90	1.25	91.25	235	Задымление(Нп/м)				0.999
32	Помещение	1	90	9.25	99.25	110	Задымление(Нп/м)			0.874	
143	Помещение	4	1	-1.0000000150 4747E30		375					0.999
144	Помещение	8	1	-1.0000000150 4747E30		375					0.999
142	Помещение	20	1	-1.0000000150 4747E30		375					0.999

Рисунок 8.18 – Ошибки при в отчете о результатах расчета

8.5 Заключительные действия

Чтобы закончить работу визуализатора следует закрыть окно «График» (если оно было открыто или свернуто – см. п.8.3) и окно визуализатора путем нажатия на значок в верхнем правом углу окна, Рисунок 8.19).

Рисунок 8.19 – Закрытие визуализатора

9. РАСЧЕТ ПОЖАРНОГО РИСКА

Для определения расчетной величины пожарного риска для зданий *всех* классов кроме Ф 1.1, Ф 1.3, Ф 1.4 предназначен модуль «Расчет пожарного риска», Рисунок 9.1.

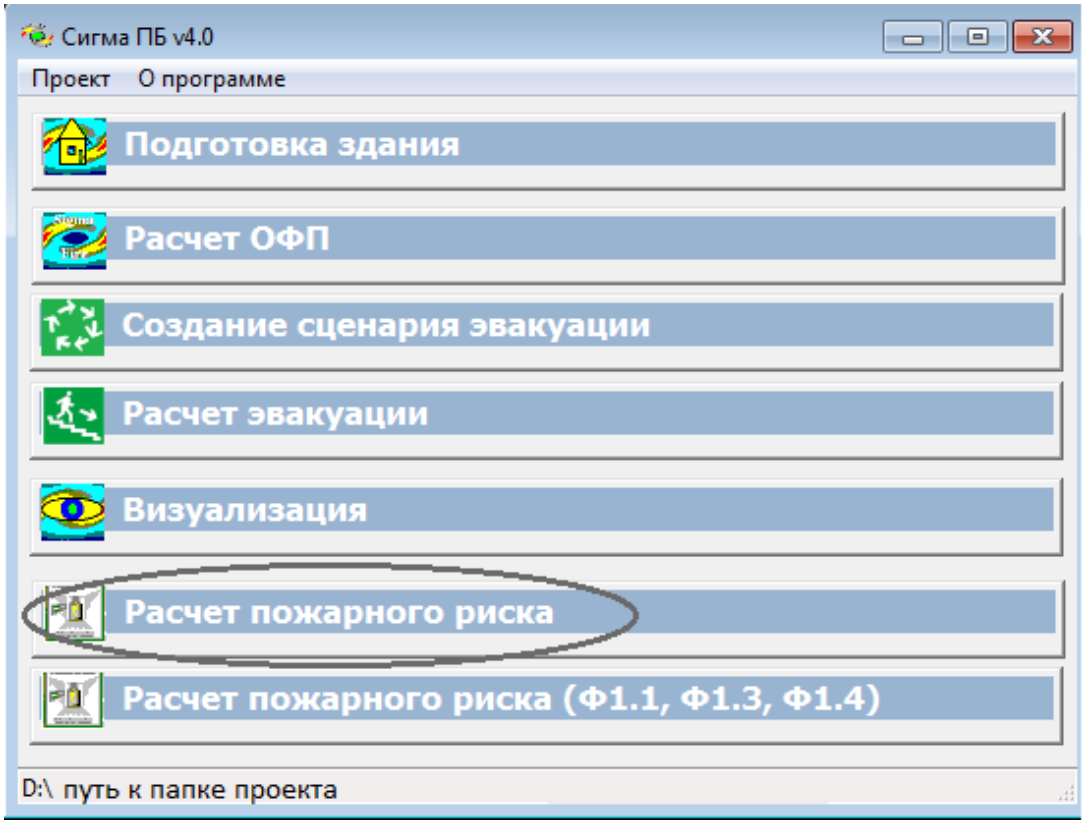


Рисунок 9.1 – Модуль «Расчет пожарного риска»

Данный модуль позволяет определить расчетную величину пожарного риска для одного сценария. Для этого предварительно необходимо выполнить расчеты развития пожара и эвакуации и определить вероятность эвакуации в этом сценарии, см. п. 8.4. Расчетная величина пожарного риска для здания (сооружения) в целом определяется по максимальному значению величин пожарного риска для всех рассмотренных сценариев.

В открывшейся форме, Рисунок 9.2, в соответствующие окна необходимо ввести значения требуемых коэффициентов [2], которые определяются из условий, имеющих место на объекте, рассчитанное ранее значение вероятности эвакуации. Значения коэффициента $K_{п.з}$ рассчитываются автоматически после введения в полях

ниже определяющих его значений. Нажать кнопку «Рассчитать». В результате в верхнем правом углу таблицы появится значение величины пожарного риска для данного сценария.

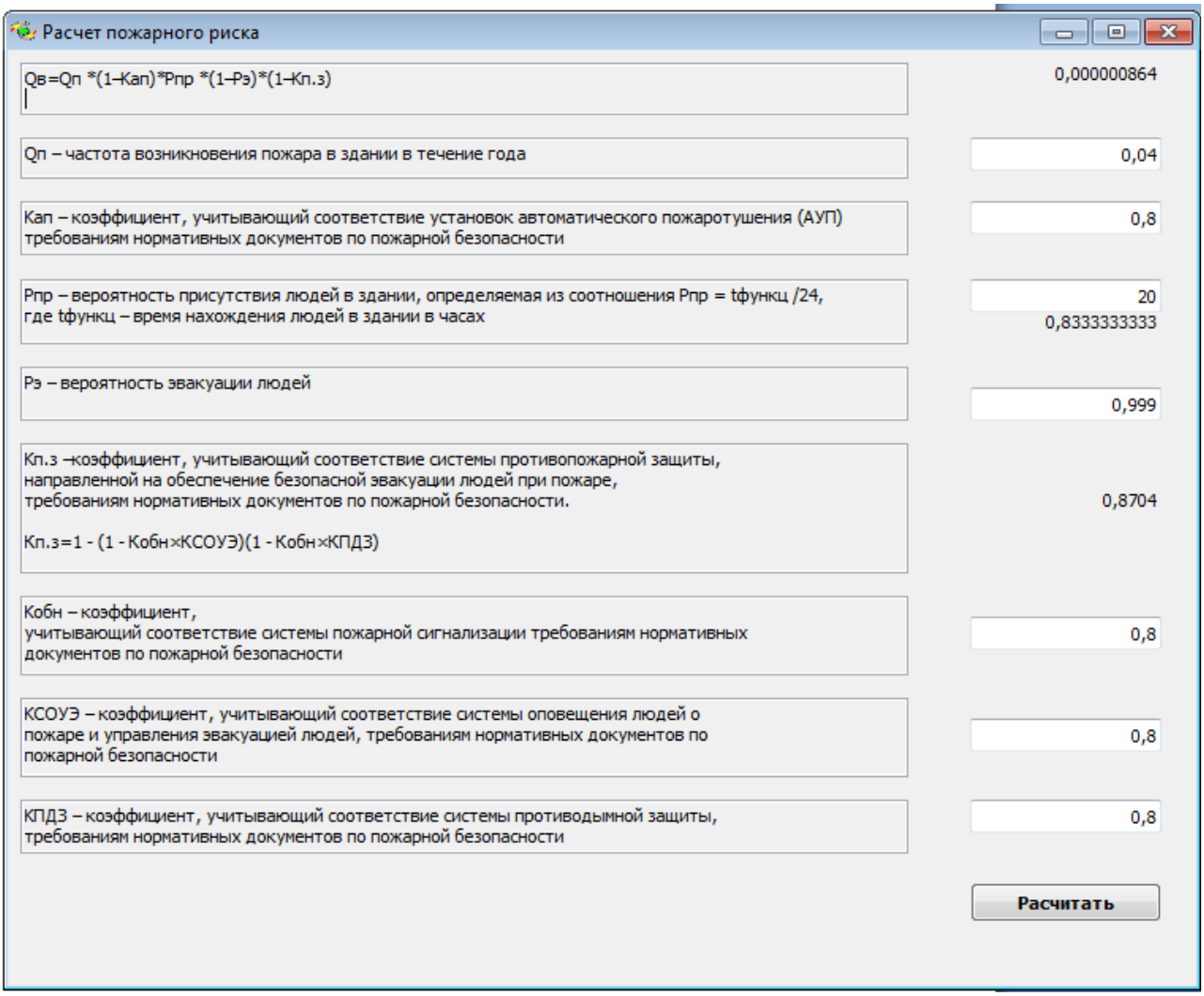


Рисунок 9.2 – Экранная форма для определения расчетной величины пожарного риска

Для удобства работы при наведении курсора мыши на поля таблицы высвечивается подсказка о данном коэффициенте из [2].

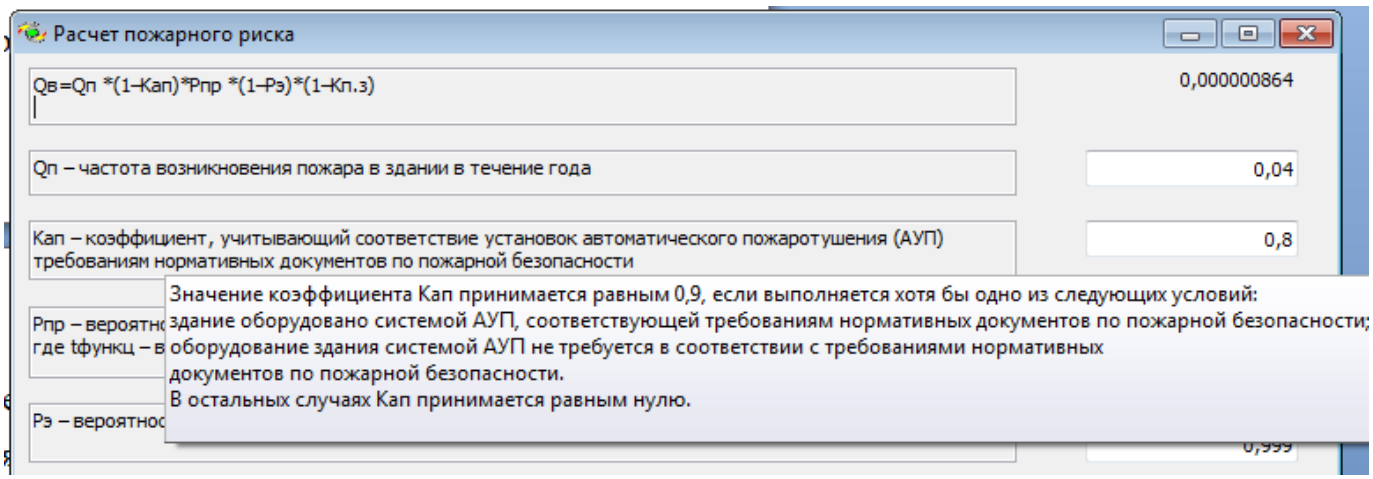


Рисунок 9.3 – Всплывающая подсказка

10. РАСЧЕТ ПОЖАРНОГО РИСКА (Ф 1.1, Ф 1.3, Ф 1.4)

Для определения расчетной величины пожарного риска для зданий классов Ф 1.1, Ф 1.3, Ф 1.4 предназначен модуль «Расчет пожарного риска (Ф 1.1, Ф 1.3, Ф 1.4)», Рисунок 10.1.

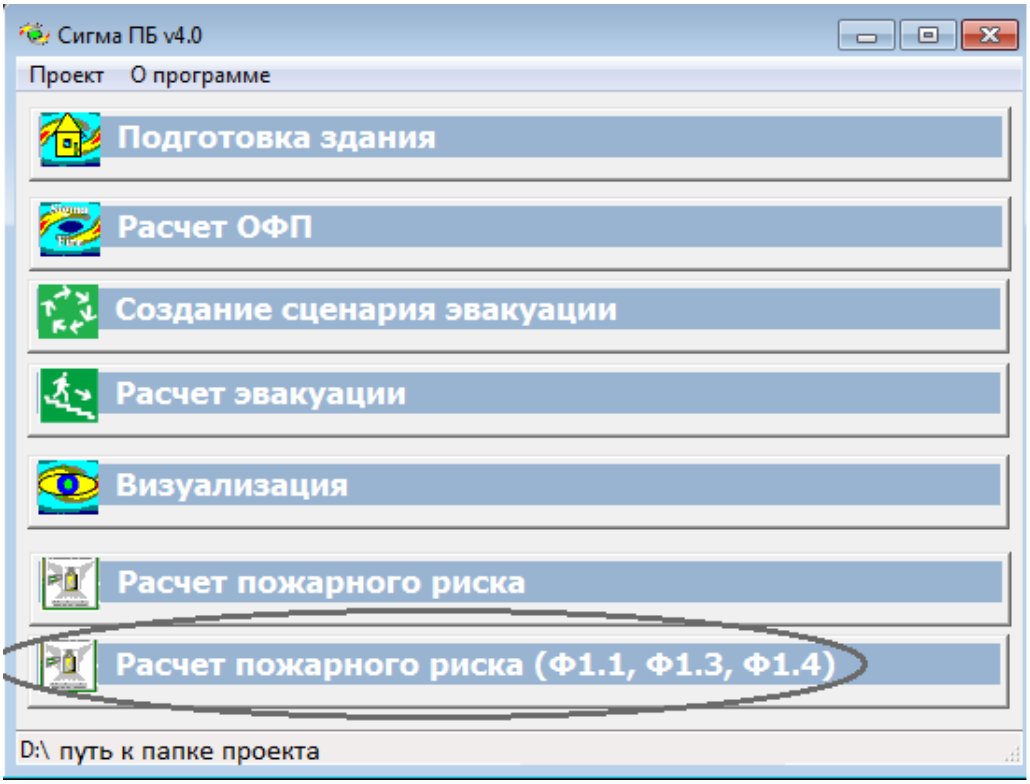


Рисунок 10.1 – Модуль «Расчет пожарного риска»

Данный модуль позволяет определить расчетную величину пожарного риска для одного сценария. Для этого предварительно необходимо выполнить расчеты развития пожара и эвакуации и определить вероятность эвакуации в этом сценарии, см. п. 8.4. Расчетная величина пожарного риска для здания (сооружения) в целом определяется по максимальному значению величин пожарного риска для всех рассмотренных сценариев.

В открывшейся форме, Рисунок 10.2, в соответствующие окна необходимо ввести значения требуемых коэффициентов [2], которые определяются из условий, имеющих место на объекте, рассчитанное ранее значение вероятности эвакуации. Значения коэффициентов $P_{сп}$, $K_{п.з}$ рассчитываются автоматически после введения в полях ниже определяющих их значений. Нажать кнопку «Рассчитать». В результате

в верхнем правом углу таблицы появится значение величины пожарного риска для данного сценария.

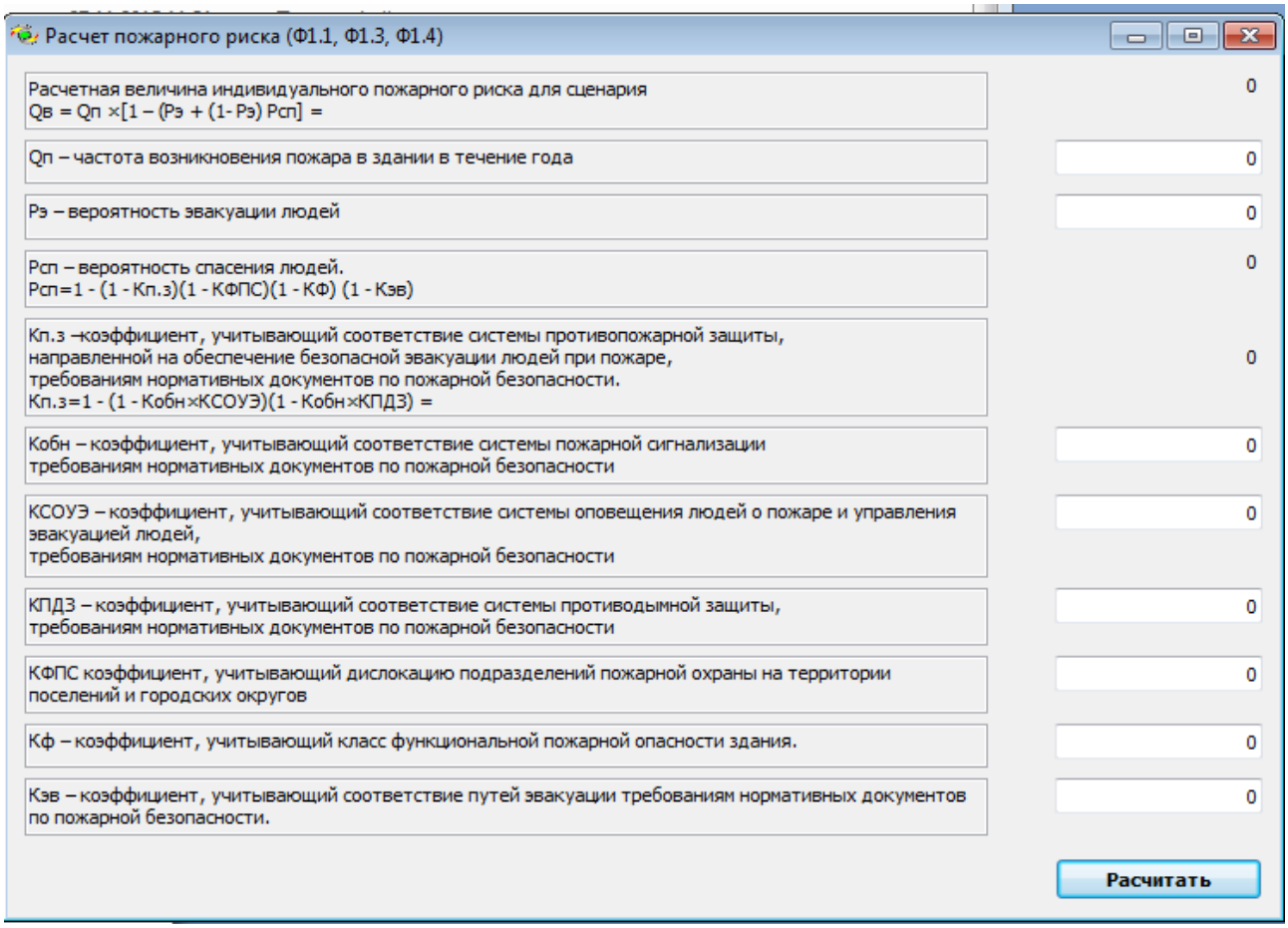


Рисунок 10.2 – Экранная форма для определения расчетной величины пожарного риска

Для удобства работы при наведении курсора мыши на поля таблицы высвечивается подсказка о данном коэффициенте из [2].

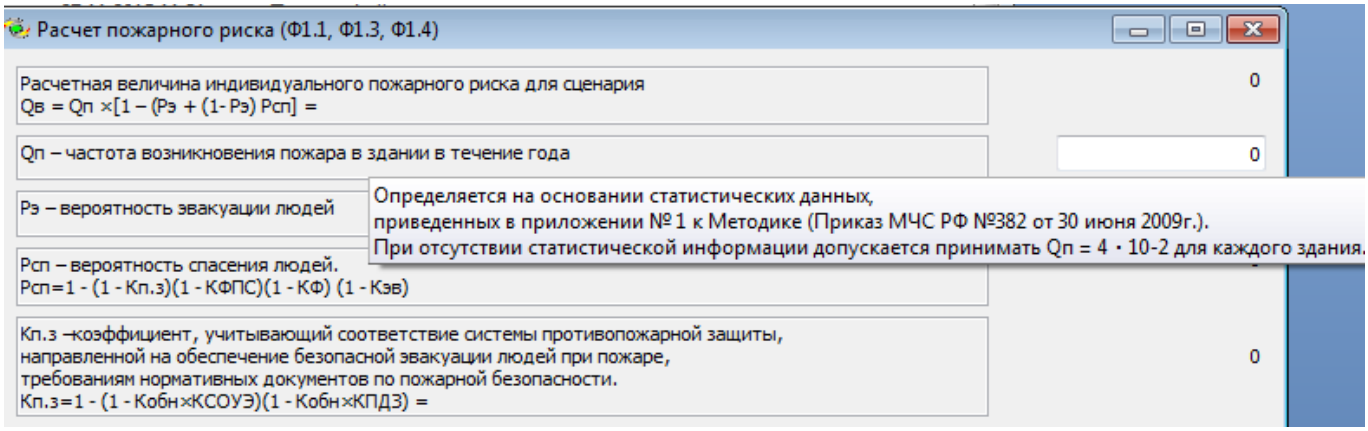


Рисунок 10.3 – Всплывающая подсказка

11. АВАРИЙНЫЕ СИТУАЦИИ

По возможности аварийные ситуации описаны в соответствующих разделах.

В данном разделе описаны иные возможные аварийные ситуации и способы выхода из них.

Ситуация: во время работы с визуализатором открывается окно с сообщением об ошибке, например, Рисунок 11.1.

Рисунок 11.1 – Сообщение об ошибке

Причины возникновения: Данная ошибка возникает из-за случайной некорректной работы модуля визуализации с оперативной памятью компьютера.

Устранение: В этом случае необходимо закрыть программу либо предложенным в сообщении способом, либо нажать клавишу «ОК» в окне сообщения и самостоятельно закрыть модуль путем нажатия на значок в правом верхнем углу экрана (или Windows закроет модуль самостоятельно).

12. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАБОТЕ С ПРОГРАММОЙ

На начальном этапе работы с программной, чтобы избежать ошибок, рекомендуем использовать «зашитую» по умолчанию идеологию работы с папками и файлами проекта. В папке проекта сохранять только данные одного расчета с предусмотренным по умолчанию способом формирования имен файлов.

Если необходимо выполнить расчет для одного здания, но с разными условиями на сценарий пожара и/или эвакуации, рекомендуется заводить соответствующее число папок проектов и копированием переносить единые для этих проектов файлы, например, файлы с геометрией и/или каркасом здания, если они остаются неизменными во всех расчетах.

Если необходимо прервать расчет следует пользоваться предусмотренными способами остановки, см. в описаниях соответствующих модулей.

При построении каркаса здания следует активно пользоваться функцией группировки элементов каркаса (п. 4.4.11) для удобства отображения нужных частей. Группировать объемы удобно по принципу принадлежности к одному этажу. Отдельно группировать проемы этажа, отдельно лестницы. Тогда при построении многоэтажного здания, управляя отображением частей здания, удобно «добираться» до нужных элементов при работе с ними.

При построении каркаса следует регулярно выполнять операцию «Поиск блоков» (п. 4.5.7), удачное завершение которой гарантирует, что построенный на текущий момент каркас содержит правильные объемы. Увидеть список найденных блоков можно в инструменте «Сетка» закладка «Блоки» (п. 4.5.8).

Регулярно **сохраняйте файлы проек**та при работе в соответствующих модулях (п. 4.4.12, 4.5.11, 4.6.12, 6.3.11)!!!

13. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Корольченко А. Я., Корольченко Д. А. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения // Справочник в 2-х частях, 2-е издание, Москва: Ассоциация "Пожнаука", 2004.

2 Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках различных классов функциональной пожарной опасности [Текст]: Приказ МЧС России № 382 от 30 июня 2009 года (Включая изменения, внесенные Приказом МЧС России № 749 от 12 декабря 2011 года, Приказом МЧС России № 632 от 2 декабря 2015 года).

3 Предтеченский, В.М. Проектирование зданий с учетом организации движения людских потоков [Текст] / В. М. Предтеченский, А. И. Милинский ; Стройиздат.– М., 1979, – 375 с.

4 Рыжов А.П., Хасанов И.Р., Дектерев А.А., Амельчугов С.П. и др. Применение полевого метода математического моделирования пожаров в помещениях [Текст]: Методические рекомендации ; ВНИИПО. – М., 2003. – 35 с.

5 Свидетельство о госрегистрации программы для ЭВМ № 2010613073. Литвинцев К.Ю., Амельчугов С.П., Гаврилов А.А., Дектерев А.А., Негин В.А., Харламов Е.Б. «Программный комплекс для численного моделирования динамики пожаров (σFire)», регистр. 11 мая 2010 г.

6 Свидетельство о госрегистрации программы для ЭВМ № 2013610824. Кирик Е.С., Малышев А.В. «Программа по расчету времени эвакуации из многоэтажных зданий и сооружений моделью идивидуально поточного типа (SigmaEva)», 9 января 2013 г.

7 Холщевников, В.В. Эвакуация и поведение людей при пожарах. [Текст]: учеб. пособие / В.В. Холщевников, Д.А. Самошин; Академия ГПС МЧС России. – М., 2009. – 212 с.