МЧС РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский институт Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сакнт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий»

ПРИКЛАДНЫЕ ПРОГРАММЫ ДЛЯ РАСЧЕТА ПОЖАРНОГО РИСКА

Учебное пособие

Е. Н. Брюхов, С. В. Шархун, А. Ю. Медведев, Э.А.Ожегов, А.В. Вагин, Г.Л. Шидловский, И.Ю. Котов, В. Ю. Грачев, Н. А. Контарь

Прикладные программы для расчета пожарного риска

Прикладные программы для расчета пожарного риска [Текст] : учебное пособие / авт.-сост. Брюхов Е. Н. и др.; под общ. ред. О. А. Мокроусовой. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2017. – 154 с.

Брюхов Е. Н. и др. Прикладные программы для расчета пожарного риска [Текст] : учебное пособие. Специальность 20.05.01 Пожарная безопасность. Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность / Е. Н. Брюхов, С. В. Шархун, А. Ю. Медведев [и др.]. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России 2017. – 154 с.

Авторы-составители:

Брюхов Е. Н., старший преподаватель кафедры пожарной безопасности в строительстве ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России;

Шархун С. В., старший преподаватель кафедры пожарной безопасности в строительстве ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России;

Медведев А. Ю., старший преподаватель кафедры пожарной безопасности в строительстве ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России;

Ожегов Э.А. доцент кафедры пожарной безопасности в строительстве ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России;

Вагин А.В., доцент кафедры пожарной безопасности зданий и автоматизированных систем пожаротушения ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, к.т.н., доцент;

Шидловский Г.Л. заместитель начальника кафедры пожарной безопасности зданий и автоматизированных систем пожаротушения ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, к.т.н.;

Котов И.Ю. доцент кафедры пожарной безопасности зданий и автоматизированных систем пожаротушения ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, к.т.н.;

Грачев В. Ю., директор ООО «Грачев и партнеры»;

Контарь Н. А., инженер ООО «Грачев и партнеры».

Кононенко Е. В., профессор кафедры пожарной безопасности в строительстве Уральского института ГПС МЧС России, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник.

Под общей редакцией Мокроусовой О. А., начальника кафедры пожарной безопасности в строительстве Уральского института ГПС МЧС России, доктора педагогических наук, доцента.

Рецензенты:

профессор кафедры Профессор кафедры системного анализа и антикризисного управления Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России кандидат технических наук, профессор Корольков А.П.;

доцент кафедры инженерной графики Института фундаментального образования, кандидат технических наук, доцент Конаков И.П.

Учебное пособие разработано в соответствии с программой курса «Пожарная безопасность в строительстве» и содержит практическую часть, отражающую порядок использования программ для расчета пожарного риска.

Предназначено для обучающихся по направлению подготовки пожарная безопасность, а также для проектно-конструкторских, научно-образовательных учреждений, органов исполнительной власти, деятельность которых связана с надзором за исполнением требований пожарной безопасности.

© ФГБОУ ВО «Уральский институт ГПС МЧС России», 2017
©ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России», 2017
© Брюхов Е. Н., Медведев А. Ю., Шархун С. В., Ожегов Э.А., Медведев А.Ю., Вагин А.В., Шидловский Г.Л. , Котов И.Ю., Грачев В. Ю., Контарь Н. А.

Содержание

Содержание 4
1. Введение 5
2. Термины и определения 6
3. Процедура анализа пожарной опасности здания 9
4. Программное обеспечение СИТИС для расчета пожарного риска 10
5. Порядок сбора исходных данных для расчета 11
5.1. Описание объекта 11
5.2. Описание сценариев пожара 17
5.3. Выбор моделей и расчетных программ 21
6. Работа с данным учебным пособием 25
7. Описание работы с программами комплекса «СИТИС: Спринт» 26
7.1. Последовательность работы с программами 26
7.2. Шаг 1. Создание топологии в программах «СИТИС: Флоутек», «СИТИС: Блок» или «СИТИС: ВИМ» 26
7.3. Шаг 3. Построение расчетного сценария эвакуации в «СИТИС: Флоутек» 73
7.4. Верификация математической и концептуальной модели эвакуации 105
7.5. Шаг 4. Построение расчетного сценария пожара в «СИТИС: ВИМ» 105
7.6. Верификация математической и концептуальной модели пожара 124
7.7. Шаг 4. Построение расчетного сценария пожара в «СИТИС: Блок» 125
7.8. Верификация математической и концептуальной модели пожара 145
7.9. Шаг 5. Расчет риска в программе «СИТИС: Спринт» 146
7.10. Оформление результатов расчета индивидуального пожарного риска 153
Заключение 154
Список использованной литературы 155

Введение

В целях реализации Федерального закона «О техническом регулировании» (от 27.12.2002 г. № 184-ФЗ) 22 июля 2008 г. принят Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» № 123-ФЗ, которым введено понятие и значение допустимого пожарного риска.

Величина индивидуального пожарного риска, установленного Федеральным законом №123-ФЗ, не должна превышать значение 10^{-6} в год при размещении отдельного человека в наиболее удалённой от выхода из здания, сооружения точке.

Порядок проведения расчётов пожарного риска определяется нормативно-правовыми актами Российской Федерации. В настоящее время расчет риска производится на основании приложений к приказам МЧС России от 30.06.2009 №382 и № 404 от 10.07.2009. В настоящем пособии будут рассмотрены программы компании СИТИС, позволяющие рассчитать пожарный риск по методике, утвержденной приказом №382.

Мерой воздействия опасных факторов на людей является соотношение времени блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара и времени эвакуации.

Программы «СИТИС: Флоутек», «СИТИС: Блок», «СИТИС: ВИМ» и «СИТИС: Фламмер» реализуют модели расчета движения при эвакуации и динамики опасных факторов пожара, описанные в методике, и позволяют выполнить расчет времени блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара и расчетное время эвакуации соответственно. Программа «СИТИС: Спринт» позволяет определить расчетную величину индивидуального пожарного риска на основании данных моделирования.

Данное учебное пособие описывает порядок использования программ «СИТИС: Флоутек», «СИТИС: Блок», «СИТИС: ВИМ» и «СИТИС: Спринт» для выполнения расчета индивидуального пожарного риска при пожаре.

1. Термины и определения

Валидация — документированное доказательство достоверности метода [2].

Верификация — документированное доказательство достоверности полученного результата [5].

Декларация пожарной безопасности — форма оценки соответствия, содержащая информацию о мерах пожарной безопасности, направленных на обеспечение на объекте защиты нормативного значения пожарного риска [1].

Допустимый пожарный риск — пожарный риск, уровень которого допустим и обоснован исходя из социально-экономических условий [1].

Индивидуальный пожарный риск — пожарный риск, который может привести к гибели человека в результате воздействия опасных факторов пожара [1].

Источник зажигания — средство энергетического воздействия, инициирующее возникновение горения [1].

Качественный анализ — выявление тенденций и закономерностей на основе обобщения существующей практики.

Количественный анализ — определение численных характеристик процессов и объектов, расчет.

Концептуальная модель — абстрактная модель, определяющая структуру моделируемой системы, свойства её элементов и причинно-следственные связи, присущие системе и существенные для достижения цели моделирования.

Математическая модель — упрощенное отображение зависимостей и закономерностей реальных объектов и явлений в математической форме.

Методика — приложение к приказу МЧС России от 30.06.2009 №382 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности» [2].

Модель — упрощенное отображение зависимостей и закономерностей реальных объектов и явлений в форме, удобной для решения определенных задач.

Необходимое время эвакуации — время с момента возникновения пожара, в течение которого люди должны эвакуироваться в безопасную зону без причинения вреда жизни и здоровью людей в результате воздействия опасных факторов пожара [1].

Объект защиты — продукция, в том числе имущество граждан или юридических лиц, государственное или муниципальное имущество (включая объекты, расположенные на территориях поселений, а также здания, сооружения, строения, транспортные средства, технологические установки, оборудование, агрегаты, изделия и иное имущество), к которой установлены или должны быть установлены требования пожарной безопасности для предотвращения пожара и защиты людей при пожаре [1].

Опасные факторы пожара (ОФП) — факторы пожара, воздействие которых может привести к травме, отравлению или гибели человека и (или) к материальному ущербу [1].

Очаг пожара — место первоначального возникновения пожара [1].

Пожарная безопасность объекта защиты — состояние объекта защиты, характеризуемое возможностью предотвращения возникновения и развития пожара, а также воздействия на людей и имущество ОФП [1].

Пожарная опасность объекта защиты — состояние объекта защиты, характеризуемое возможностью возникновения и развития пожара, а также воздействия на людей и имущество ОФП [1].

Пожарный риск — мера возможности реализации пожарной опасности объекта защиты и ее последствий для людей и материальных ценностей [1].

Расчетная программа — программа, для расчета пожарного риска и позволяющая рассчитать время эвакуации или время блокирования эвакуационных путей ОФП [9].

Расчетный сценарий ОФП — набор данных, описывающий входные параметры для моделирования распространения ОФП в данном здании. Создается в расчетной программе [9].

Расчетный сценарий эвакуации — набор данных, описывающий входные параметры для моделирования эвакуации в данном здании. Создается в расчетной программе [9].

Расчетная (контрольная) точка — точка в здании, которая используется для указания в сценарии, что для нее следует получить результаты расчета в расчетной программе. В расчетной точке выполняется сравнение времени эвакуации и времени блокирования [9].

Система предотвращения пожара — комплекс организационных мероприятий и технических средств, исключающих возможность возникновения пожара на объекте защиты [1].

Система противопожарной защиты — комплекс организационных мероприятий и технических средств, направленных на защиту людей и имущества от воздействия ОФП и (или) ограничение последствий воздействия ОФП на объект защиты (продукцию) [1].

Сценарий пожара — расчетная ситуация, описывающая возможное возникновение и развитие пожара в данном здании (пожарном отсеке) и позволяющая рассчитать величину пожарного риска. Включает в себя:

- вероятность возникновения пожара;
- вероятность присутствия людей в здании;
- вероятность эффективной работы технических систем противопожарной защиты;
- одну модель (расчетный сценарий) эвакуации;
- одну модель (расчетный сценарий) динамики ОФП [9].

Эвакуационный выход — выход, соответствующий нормативным требованиям, ведущий на путь эвакуации, непосредственно наружу или в безопасную зону [1].

Эвакуационный путь (путь эвакуации) — путь движения и (или) перемещения людей, ведущий непосредственно наружу или в безопасную зону, удовлетворяющий требованиям безопасной эвакуации людей при пожаре [1].

Эвакуация — процесс организованного самостоятельного движения людей непосредственно наружу или в безопасную зону из помещений, в которых имеется возможность воздействия на людей ОФП [1].

2. Процедура анализа пожарной опасности здания

В *Методике* приведена блок-схема процедуры анализа пожарной опасности здания. Упрощенно ее можно сформулировать следующим образом.

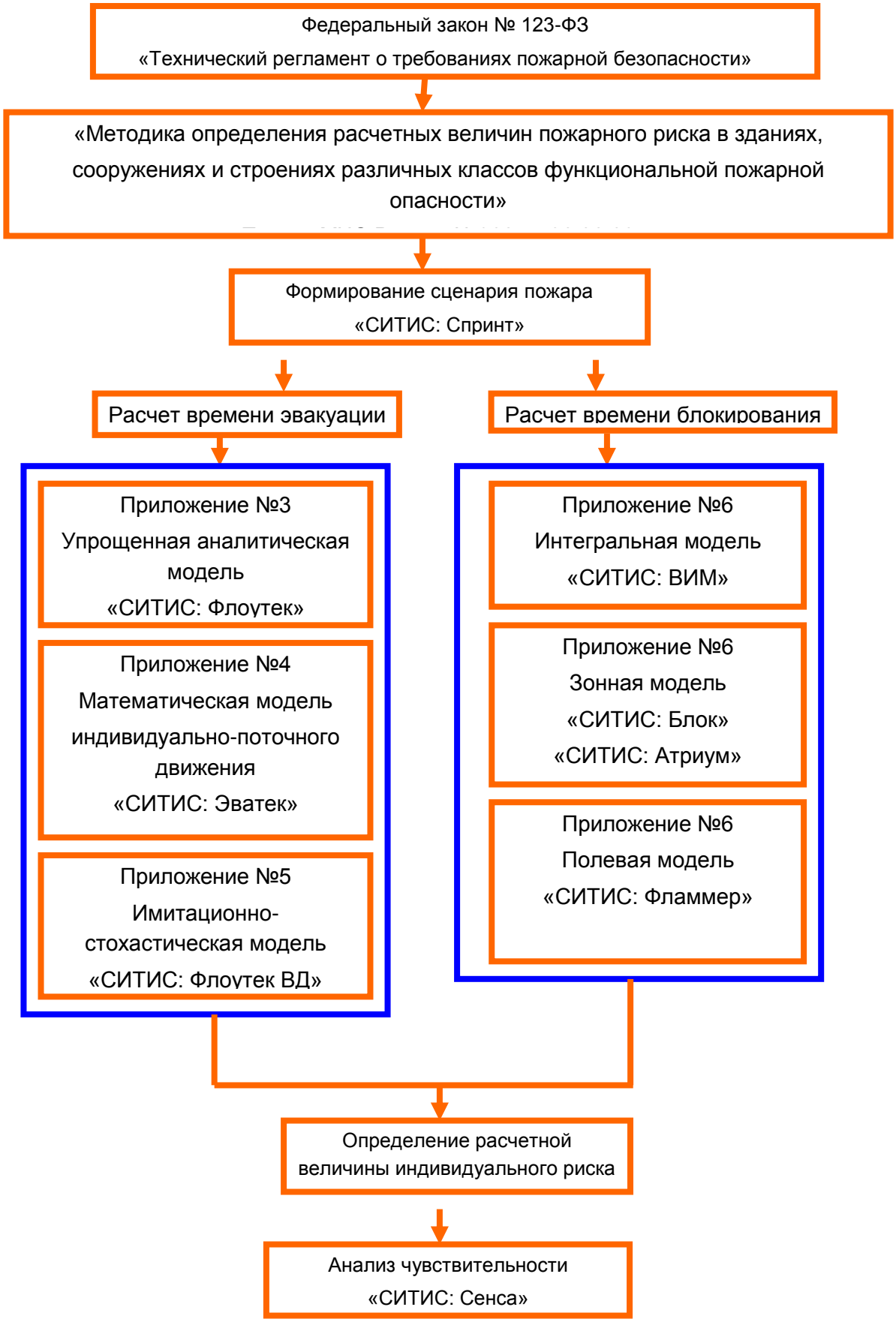
Анализ пожарной опасности

1. Определение частоты пожароопасных ситуаций.
2. Выбор сценариев пожара.
3. Расчет распространения ОФП, построение полей ОФП.
4. Расчет времени эвакуации.
5. Определение времени блокирования.
6. Определение вероятности эвакуации.
7. Расчет величины пожарного риска.
8. Оценка риска.
9. Оценка эффективности противопожарных решений.

В данном пособии рассматриваются исключительно пункты 3–7, относящиеся к выполнению расчетов (количественному анализу) на основании формализованного задания, составленного на базе экспертного выбора сценариев пожара (качественного анализа).

Определение частоты пожароопасных ситуаций и выбор сценария пожара, а также оценка риска и эффективности противопожарных решений осуществляются специалистом по пожарной безопасности и не входят в объем рассмотрения данного пособия.

3. Программное обеспечение СИТИС для расчета пожарного риска



4. Порядок сбора исходных данных для расчета

Далее в пособии приведен пример выполнения расчета индивидуального пожарного риска. В качестве объекта выбрано условное административное здание.

В настоящей главе приведено задание на расчет; описание объекта; выполнено обоснование выбора расчетных моделей и программ.

4.1. Описание объекта

Объект представляет собой административное 10-этажное здание (10-й этаж — технический) с двухуровневой подземной автостоянкой манежного типа.

На первом этаже здания расположены торговые помещения и кафе, на 2-9 этажах расположены офисные и административные помещения.

Расчет риска выполняется для надземной части здания (1-9 этажи).

4.1.1. Высота этажей и потолков

Этаж	**Высота этажа,** мм	**Высота до подвесного потолка,** мм
1 этаж	4 500	3 730
2–9 этаж	3 600	2 830

4.1.2. Расчетная численность

На **1 этаже** расположены: торговые помещения, кафе на 50 посадочных мест, подсобные помещения кафе и вестибюль.

На **2–9 этажах** расположены: офисы.

В торговых помещениях принять количество посетителей из расчета 3 м^2/чел., количество персонала из расчета 25 м^2/чел.

В офисных помещениях принять количество человек из расчета 6 м^2/чел.

В кафе принять количество человек исходя их количества посадочных мест.

В торговых помещениях предусмотреть пребывание маломобильных групп населения из расчета 5% от общей численности посетителей. Среди маломобильных групп принять 5% М4 (но не менее одного человека), 15% М3 и 80% М2.

Расчётная численность людей (по заданию на расчет):

1 этаж	• В торговых помещениях: • посетители – 192 человек (из расчета 3 м^2/чел.) • в том числе 5% ММГН – 10 человек • из них 5% М4 – 1 человек; 15% М3 – 2 человека; 80% М2 – 7 человек. • персонал – 22 человека (из расчета 25 м^2/чел.) • в кафе – 50 человек **Итого человек на этаже: 265**
2–9 этаж	В офисах: 144 чел (из расчета 6 м^2/чел.) **Итого человек на этаже: 144**
Итого в здании: 1417 человек	

4.1.3. Информация о путях эвакуации

Эвакуация людей с этажей надземной части предусмотрена по двум лестничным клеткам (ЛК1 и ЛК2) типа Л1.

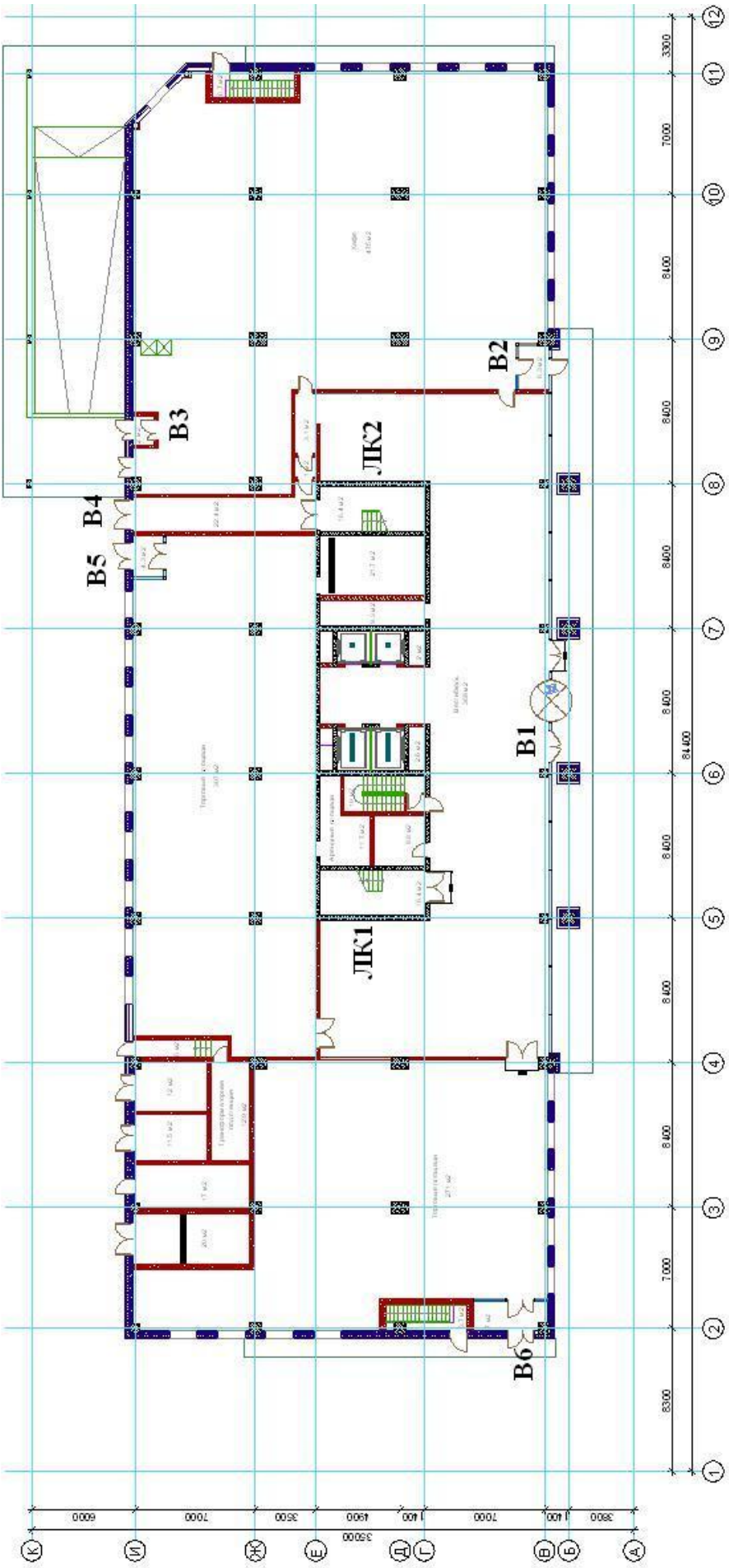
Лестничная клетка (лестница)	ЛК1	ЛК2
Расположение ЛК	в осях Г-Е/5-6	в осях Г-Е/7-8
Обслуживаемые этажи	1–9	1–9
Тип лестничной клетки (лестницы)	тип Л1	тип Л1
Расчетная ширина маршей	1400 мм	1400 мм
Ширина двери в ЛК	1200 мм	1200 мм
Выход наружу	через вестибюль	через вестибюль
Ширина дверей в вестибюль	1400 мм	1400 мм
Ширина наружных дверей	2 х 1800 мм	1600 мм

Помещения первого этажа имеют самостоятельные эвакуационные выходы.

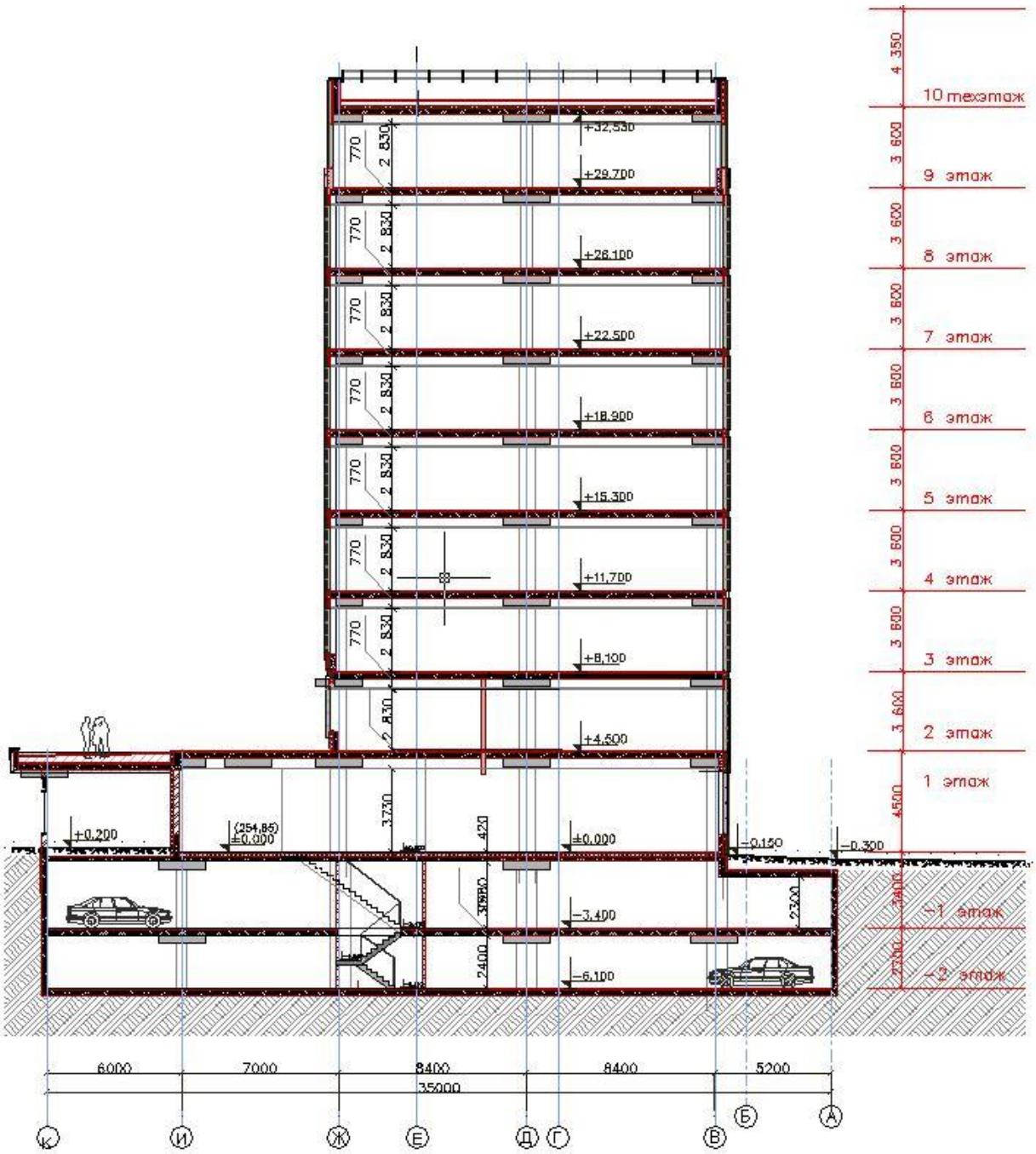
Эвакуационный выход	В1	В2	В3
Расположение выхода из здания	в осях В/6-7	в осях В/8-9	в осях 8-9/И
Ширина дверного проема	2 х 1800 мм	900 мм	1200 мм
Выход из здания	наружу здания	через тамбур наружу здания	через тамбур наружу здания

Эвакуационный выход	В4	В5	В6
Расположение выхода из здания	в осях 8/И	в осях 7-8/И	в осях 2/В-Г
Ширина дверного проема	1600 мм	1400 мм	1400 мм
Выход из здания	наружу здания	через тамбур наружу здания	через тамбур наружу здания

ПЛАН 1 ЭТАЖА



ПЛАН ТИПОВОГО ЭТАЖА



4.1.4. Информация о системах противопожарной защиты

Здание оборудовано следующими системами:

система автоматического пожаротушения;

система оповещения и управления эвакуацией 4 тип;

система автоматической пожарной сигнализации;

система противодымной защиты.

4.1.5. Система противодымной защиты

В здании выполнена система дымоудаления из коридоров 2-9 этажей.

Клапаны имеют размеры 1200 × 400 мм, расположены под потолком в осях Г/5-6 и Е/7-8. Расход через каждый клапан 14 000 м^3/час.

4.2. Описание сценариев пожара

Задание на расчет выдается специалистом по пожарной безопасности на основании экспертного выбора в виде формализованных сценариев пожара. Сценарий № 1 (Пожар на первом этаже)

5.2.1. Расчет динамики опасных факторов пожара

Проектный пожар возникает на первом этаже в холле возле лестницы ЛК1, в осях В-Г/4-6.

В качестве пожарной нагрузки принять внесенную пожарную нагрузку по справочным данным [3] «Тара, упаковка». Вид развития пожара — круговое распространение по твердой горючей нагрузке.

В расчет включить все здание, смоделировать распространение опасных факторов пожара по лестницам. Двери считать открытыми с коэффициентом пропускания 64 %.

Отделку помещений и коридоров считать негорючей.

Расчётом определить:

- время блокирования $t_{бл}$;
- места блокирования.

4.2.1.1. Расчет эвакуации

Тип, количество и размеры эвакуационных выходов предусмотреть по проектной документации (см.п. 4.1.3).

Количество людей в помещениях принять согласно исходным данным (см. п. 4.1.2).

Площадь горизонтальной проекции людей принять равной:

- М1 - 0,125 м^2;
- М2 - 0,2 м^2;
- М3 - 0,3 м^2;
- М4 - 0,96 м^2;

Посетители и персонал помещений первого этажа эвакуируются через обособленные выходы непосредственно наружу из здания. Эвакуация людей с офисных этажей осуществляется по эвакуационной лестничной клетке ЛК2 через выход В4. При выполнении расчета принять, что центральный выход В1 и лестничная клетка ЛК1 условно блокированы.

В здании предусмотрена система оповещения людей о пожаре 4 типа. Интервал времени от возникновения пожара до начала эвакуации принять:

- для офисных помещений – 1,5 мин;
- для помещений торговли и кафе 1 мин.

Составить схемы эвакуации и определить:

- расчётное время эвакуации в лестничные клетки и наружу t_p;
- время задержки движения людей из-за образования скопления;
- места скопления людей со временем задержки более или равным 6 мин.

4.2.1.2. Расчет индивидуального пожарного риска

При расчете использовать следующие данные:

- время пребывания людей в здании: 10 ч
- вероятность возникновения пожара (офисное здание): 0,04
- Здание оборудовано следующими системами пожарной защиты:
- система автоматического пожаротушения;
- система обнаружения пожара;
- система оповещения и управления эвакуацией;
- система противодымной защиты.

4.2.2. Сценарий № 1 (Пожар на втором этаже)

4.2.2.1. Выполнить расчет эвакуации

Тип, количество и размеры эвакуационных выходов предусмотреть по проектной документации (см.п. 4.1.3).

Количество людей в помещениях принять согласно исходным данным (см.п.4.1.2).

Площадь горизонтальной проекции людей принять равной:

- М1 - 0,125 м^2;
- М2 - 0,2 м^2;
- М3 - 0,3 м^2;

- М4 - 0,96 м^2.

Посетители и персонал помещений первого этажа эвакуируются через обособленные выходы непосредственно наружу из здания. Эвакуация людей с офисных этажей осуществляется по эвакуационной лестничной клетке ЛК1. При выполнении расчета принять, что лестничная клетка ЛК2 условно блокирована.

В здании предусмотрена система оповещения людей о пожаре 4-го типа. Интервал времени от возникновения пожара до начала эвакуации принять:

- для помещения пожара – исходя из площади помещения;
- для офисных помещений – 1,5 мин;
- для помещений торговли и кафе – 1 мин.

Составить схемы эвакуации и определить:

- расчётное время эвакуации в лестничные клетки и наружу t_p
- время задержки движения людей из-за образования скопления $t_{ск}$;
- места скопления людей со временем задержки более или равным 6 мин.

4.2.2.2. Выполнить расчет динамики опасных факторов пожара

Проектный пожар возникает в офисном помещении на втором этаже в осях Ж-И/7-9.

Удельную пожарную нагрузку принять по справочным данным [3] «Мебель». Вид развития пожара – круговое распространение по твердой горючей нагрузке. Площадь пожарной нагрузки принять равной площади помещения.

В расчет включить следующие помещения второго этажа: коридоры, помещение пожара. Двери в помещение пожара условно считать открытыми, двери в остальные помещения считать закрытыми.

Отделку помещений и коридоров считать негорючей.

Выполнить расчет:

- без учета работы системы дымоудаления из коридоров
- с учетом работы системы дымоудаления из коридоров второго этажа (клапаны 1200 × 400 мм, расположены под потолком в осях Г/5-6 и Е/7-8, расход через каждый клапан 14 тыс. $м^3/ч$.

Расчётом определить:

- время блокирования $t_{бл}$
- места блокирования

4.2.2.3. Выполнить расчет индивидуального пожарного риска

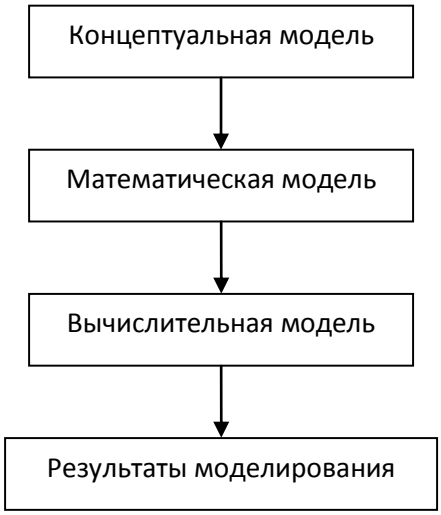
При расчете использовать следующие данные:

- время пребывания людей в здании: 10 ч
- вероятность возникновения пожара (офисное здание): 0,04
- Здание оборудовано следующим системами пожарной защиты:
- система автоматического пожаротушения;
- система обнаружения пожара;
- система оповещения и управления эвакуацией;
- система противодымной защиты.

4.3. Выбор моделей и расчетных программ

4.3.1. Описание моделей

Анализ пожарной опасности здания начинается с определения частоты пожароопасных ситуаций и выбора сценария пожара — эти задачи решаются в рамках инженерного моделирования, которое включает в себя три уровня моделей: концептуальные, математические и вычислительные. Отношение между этими моделями представлено на диаграмме:



Концептуальная модель — это набор характерных свойств рассматриваемого объекта. Она строится на основании анализа особенностей сценария и объемно-планировочных решений объекта; на базе обобщенного опыта позволяет предсказать общие характеристики процессов (движения людских потоков, распространения ОФП). По итогам анализа концептуальной модели выбирается математическая модель.

Математическая модель — это упрощенное отображение зависимостей и закономерностей реальных объектов и явлений в математической форме, иначе говоря, метод расчета. Для вычисления индивидуального пожарного риска *Методика* предписывает использовать следующие математические модели: для расчета времени эвакуации — упрощенная аналитическая, индивидуально-поточная и имитационно-стохастическая; для расчета времени блокирования — интегральная, зонная, полевая.

Вычислительная модель — еще более детализированный уровень представления объекта. В вычислительную модель входит расчетная программа (реализация математической модели) и численные исходные

данные. Именно на этом уровне определяются конкретные параметры: геометрия, количество людей, параметры источника пожара и т.п.

Конечным итогом реализации вычислительной модели и проведения расчета является получение **результатов моделирования**.

В процессе моделирования и проведения расчетов важными понятиями являются валидация и верификация. **Валидация** — это документированное доказательство достоверности метода. В процессе валидации выполняется сравнение результатов физического эксперимента и результатов моделирования того же процесса, определяется соответствие между физической и математической моделями.

Верификация — это документированное доказательство достоверности результата; проверка его адекватности. Верификация подразделяется на верификацию кода и верификацию вычислений. **Верификация кода** — это проверка того, что расчетная программа адекватно реализует математическую модель. **Верификация вычислений** — проверка адекватности полученных результатов. Если валидация метода и верификация кода могут быть выполнены один раз для расчетной программы, то **верификация вычислений должна выполняться для каждого расчета**.

Верификация вычислений может выполняться следующими способами:

- сопоставление результата вычисления и инженерного суждения, основанного на имеющейся практике создания аналогичных объектов (зданий);
- сопоставление результата вычисления с результатом выполнения оценочного расчета — упрощенного расчета, проведенного по более грубой модели/алгоритму;
- проведение анализа чувствительности (определение влияния неопределенности исходных данных на результат расчета);
- сопоставление результата вычисления с результатом уточняющего расчета — расчета, проведенного по более точной модели с использованием уточненных/расширенных исходных данных.

На каждом этапе расчета специалист должен оценивать полученные результаты и делать вывод об их достоверности и возможности дальнейшего использования.

4.3.2. Выбор модели для расчета времени эвакуации

4.3.2.1. Сценарий № 1. Пожар на первом этаже

На основании анализа сценария и объемно-планировочных решений выбираем концептуальную модель. Модель отражает следующие особенности:

- здание имеет четкую систему эвакуационных путей, которая может быть представлена системой проходов, коридоров и лестниц
- в здании находится значительное количество людей, которые при начале движения быстро формируют на путях эвакуации потоки, с достаточной степенью достоверности, описываемой упрощенной аналитической моделью.

На основании данных особенностей приходим к выводу, что для моделирования эвакуации в качестве математической модели нужно использовать либо упрощенную аналитическую, либо иммитационно-стохастическую модель движения людского потока (см. Приложения 2 и 3 *Методики*).

Данные модели реализуются программой «СИТИС: Флоутек», Верификация расчетных алгоритмов программы выполнена Академией МЧС в 2009 году при подготовке Заключения 1539-1-14 от 06.10.2009..Интерфейс программы позволяет анализировать и проверять исходные данные и результаты расчета.

4.3.2.2. Сценарий №2. Пожар на втором этаже

Сценарий №2 аналогичен сценарию №1, поэтому все рассуждения, приведенные для сценария №1, справедливы и для сценария №2.

Для расчета использована имитационно-стохастическая модель.

4.3.3. Выбор модели для расчета времени блокирования

4.3.3.1. Сценарий №1. Пожар на первом этаже

На основании анализа сценария и объемно-планировочных решений выбираем концептуальную модель. Модель отражает следующие особенности:

- объект представляет собой систему помещений простой геометрической конфигурации, линейные размеры которых соизмеримы между собой (линейные размеры помещения отличаются не более чем в 5 раз);

- размер источника пожара соизмерим с характерными размерами помещения.

На основании данных особенностей приходим к выводу, что в качестве математической модели допустимо использовать интегральную модель (см. Приложение 6 *Методики*).

Для расчета используется программа «СИТИС: ВИМ», реализующая интегральную модель развития пожара в здании и вероятностную модель распространения пожара по площади. Локальные значения опасных факторов пожара на уровне рабочей зоны определяются исходя из распределения их величин по высоте помещения, полученного Т.Г. Меркушкиной, Ю.С. Зотовым и В.Н. Тимошенко, которое представлено в формуле (29) приложения 2 ГОСТ 12.1.004-91 «ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования».

Применяемые в программе математические модели более подробно описаны в «Декларации программы» и «Техническом руководстве» программы «СИТИС: ВИМ». Математическая модель соответствует описанию интегральной модели, приведенной в разделе III приложения 6 методики, утвержденной приказом МЧС России №382 от 30.06.2009., с учетом изменений, вносимых в методику приказом МЧС России №749 от 12.12.2011.

4.3.3.2. Сценарий №2 (Пожар на втором этаже)

На основании анализа сценария и объемно-планировочных решений выбираем концептуальную модель. Модель отражает следующие особенности:

- объект представляет собой систему помещений простой геометрической конфигурации, линейные размеры которых соизмеримы между собой (линейные размеры помещения отличаются не более чем в 5 раз);
- размер источника пожара достаточен для формирования дымового слоя и при этом меньше размеров объекта.

На основании данных особенностей приходим к выводу, что в качестве математической модели допустимо использовать зонную модель (см. Приложение 6 *Методики*).

Для расчета используется программа «СИТИС: Блок» на основе модуля CFAST, реализующего двухзонную модель тепломассопереноса при пожарах. Применяемые в программе математические модели более подробно описаны в «Техническом руководстве» программы «СИТИС:

Блок», в техническом руководстве программы CFAST, а также в документе СИТИС 2-09 "Методические рекомендации по использованию программы CFAST".

Математическая модель соответствует описанию двухзонной модели, приведенной в разделе IV приложения 6 методики, утвержденной приказом МЧС России №382 от 30.06.2009 г.

Составлению вычислительной модели посвящен раздел 6 данного документа.

5. Работа с данным учебным пособием

В данном пособии отражен общий порядок действий при работе с программами, приведены разъяснения некоторых моментов, обычно вызывающих трудности у пользователей. Многие данные из руководства пользователя опущены в данном пособии.

В тексте пособия общие описания действий и объектов программы чередуются с конкретными действиями по выполнению примера. Для удобства чтения введено несколько обозначений:

- Значком отмечаются важные пояснения, на которые необходимо обратить внимание.
- Значком отмечаются действия, посвященные данному примеру, которые предлагается выполнить пользователю самостоятельно.

Для более подробной информации о работе с программами обратитесь к руководству пользователя конкретной программы [20].

6. Описание работы с программами комплекса «СИТИС: Спринт»

6.1. Последовательность работы с программами

1. Создать топологию в программе «СИТИС: Флоутек», «СИТИС: Блок» или «СИТИС: ВИМ».
2. Построить расчетный сценарий эвакуации в программе «СИТИС: Флоутек» и выполнить расчет.
3. Построить расчетный сценарий развития ОФП в программе «СИТИС: Блок» или «СИТИС: ВИМ» и выполнить расчет.
4. Построить пожарный сценарий и выполнить расчет риска в программе «СИТИС: Спринт».
5. При необходимости повторить пункты 1–4.

На каждом этапе расчета пользователь должен оценивать полученные результаты и делать вывод об их достоверности и возможности дальнейшего использования.

6.2. Шаг 1. Создание топологии в программах «СИТИС: Флоутек», «СИТИС: Блок» или «СИТИС: ВИМ»

6.2.1. Общие сведения о программах «СИТИС: Флоутек», «СИТИС: Блок» и «СИТИС: ВИМ»

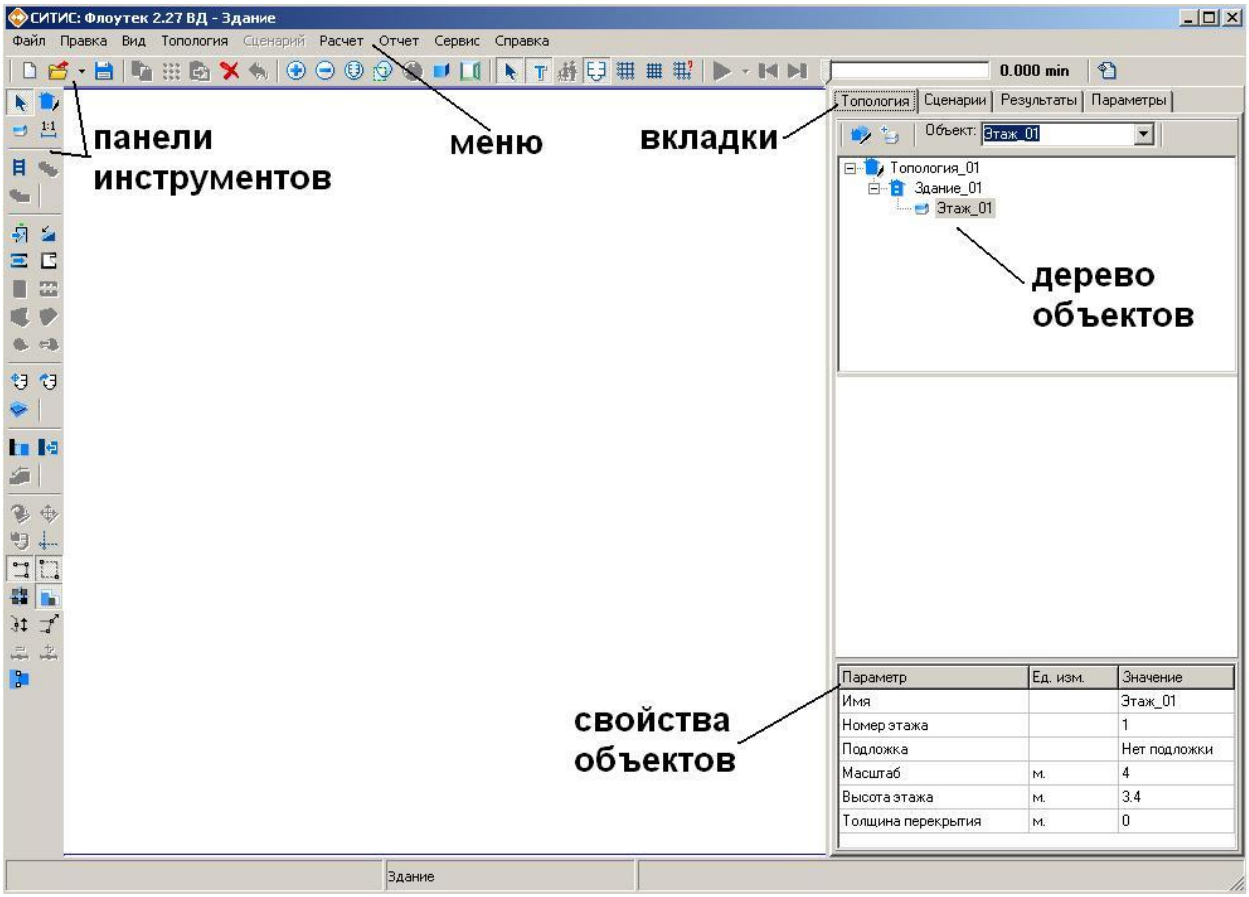
6.2.1.1. Файл проекта

Программы «СИТИС: Блок», «СИТИС: Флоутек», «СИТИС: ВИМ» и «СИТИС: Спринт» работают **с одним и тем же проектом** (файл с расширением fprj). В какой программе проект был создан, значения не имеет. **Не нужно** создавать отдельные проекты для каждой программы.

6.2.1.2. Окно программы

Рабочие окна программ «СИТИС: Флоутек», «СИТИС: Блок» и «СИТИС: ВИМ» состоят из следующих частей:

1. Рабочее поле.
2. Панель инструментов.
3. Меню.
4. Вкладки.
5. Дерево объектов.
6. Свойства объектов.



6.2.1.3. Свойства объектов

Каждый объект имеет ряд свойств, описывающих его. Свойства объектов выводятся в специальной таблице свойств объектов, расположенной в нижней части вкладок «Топология» и «Сценарии». Свойства бывают редактируемые (те, которые пользователь может изменять по своему усмотрению) и нередактируемые (выводятся для информации). Свойства объекта выводятся в таблицу свойств при выделении объекта на сцене или в дереве объектов.

Для изменения значения какого-либо свойства достаточно выбрать его в таблице, ввести новое значение и **нажать клавишу Enter**. При этом программа проверит корректность вводимых данных. Однако для редактирования некоторых свойств необходим вывод на экран дополнительных таблиц и диалогов. В правом углу поля таких свойств имеется кнопка, по нажатию которой на экран вызывается соответствующий диалог.

Также некоторые объекты имеют свойства, которые могут принимать только одно из нескольких строго определенных значений. Значения выбираются из выпадающего списка, который появляется после щелчка на

раскрывающей кнопке в правом углу поля. Для установки нового значения редактируемого свойства в выпадающем списке необходимо выделить нужную строку и нажать клавишу Enter.

6.2.1.4. Редактирование контура объекта

Чтобы отредактировать контур объекта с помощью мыши:

1. Выделите редактируемый объект.
2. Установите указатель мыши внутри контура объекта рядом с ребром, положение которого необходимо откорректировать.
3. Нажмите левую кнопку мыши, вокруг выбранного ребра появится рамка.
4. Переместите ребро в нужное положение, удерживая клавишу Ctrl.

Положение кнопки «Разрешить сдвиг ребра» определяет, может ли пользователь при редактировании контура коридора или прохода изменять **угол между ребрами.**

Если объект внутри себя содержит другие объекты топологии (например, помещение с проходами), возможно два режима редактирования — с масштабированием дочерних объектов и без масштабирования. Переключение режима производится с помощью кнопки «Масштабировать дочерние объекты» . При включенном режиме масштабирования изменение контура основного объекта влечет за собой соответствующее изменение размеров дочерних объектов.

Режим масштабирования дочерних объектов доступен только для помещений прямоугольной формы.

Объект «Помещение» допускает изменение положения отдельных вершин, а также добавление и удаление вершин. Включение режима редактирования вершин осуществляется кнопкой «Редактировать вершины» .

Для перемещения вершины установите указатель мыши **внутри** контура рядом с нужной вершиной. Удерживая клавишу Ctrl, нажмите левую кнопку мыши и переместите вершину в нужное место.

Если вместе с клавишей Ctrl удерживать клавишу Shift, при перемещении будет работать привязка. Также привязка работает при нажатой кнопке «Объектная привязка» (см.п.6.2.1.5).

При необходимости добавить вершину выберите инструмент «Добавить вершину» . При перемещении указателя мыши по контуру

объекта будет перемещаться маркер. Установите маркер в точку, где предполагается разместить новую вершину, и нажмите левую кнопку мыши.

Удаление вершин производится кнопкой «Удалить вершину» . При этом удаляется вершина, выделенная в данный момент.

6.2.1.5. Привязка

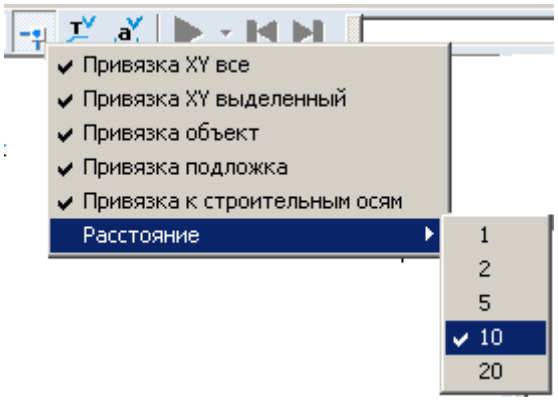
При рисовании контура объекта, как правило, трудно обеспечить совпадение вершин его создаваемого контура с вершинами и сторонами уже имеющихся контуров. В связи с этим предусмотрен функционал «Объектная привязка», который позволяет «привязывать» вновь создаваемый контур к уже существующим на сцене объектам.

Объектную привязку можно включить нажатием кнопки «Объектная привязка» или, удерживая нажатой клавишу Shift, во время рисования контура объекта.

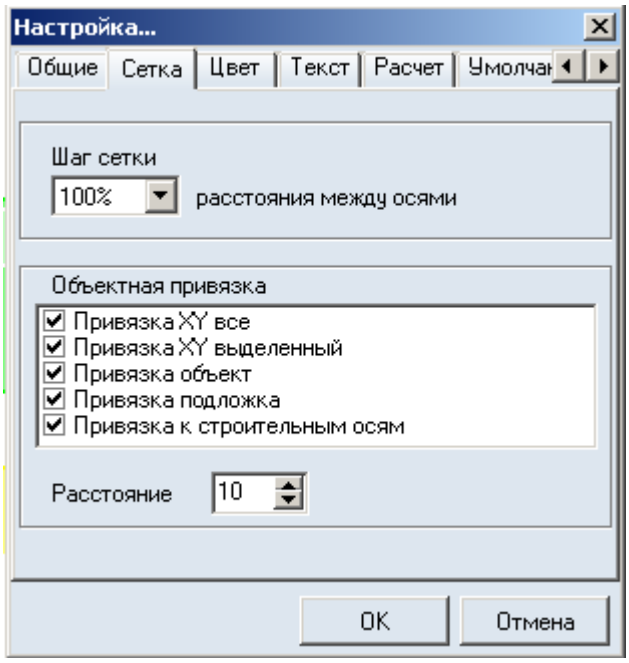
Доступна объектная привязка к координатам вершин ранее созданных объектов, ребрам объектов, линиям подложки (если в качестве подложки был загружен чертеж в DXF формате), строительным осям.

Включение/отключение определенного вида привязки производится с помощью контекстного меню кнопки «Объектная привязка», которое вызывается нажатием правой кнопки мыши.

Чувствительность привязки можно задать в пункте «Расстояние» контекстного меню.



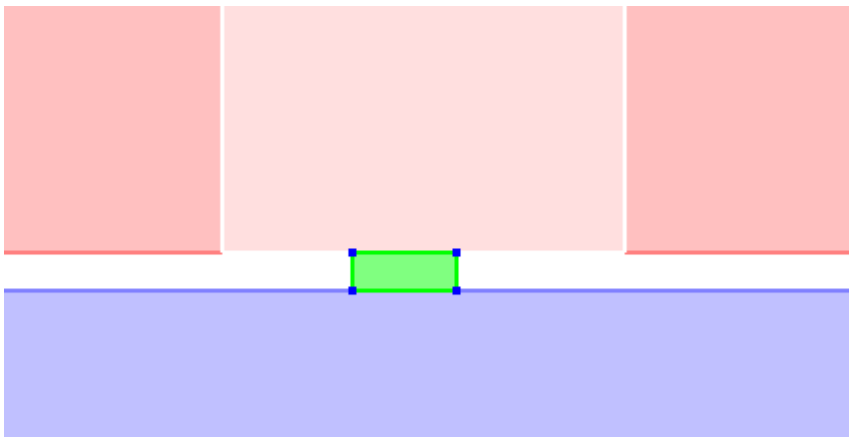
Также чувствительность привязки можно установить на вкладке «Сетка» диалогового окна «Настройка» (диалоговое окно вызывается командой главного меню Сервис → Настройка).



При перемещении и изменении размеров объектов привязка может быть нарушена. В этом случае восстановить соединение объектов друг с другом можно специальными кнопками: «Соединить (сдвиг)» — чтобы пододвинуть один объект к другому; «Соединить (размер)» — чтобы изменить размер одного объекта так, чтобы произошла стыковка. Нажмите кнопку, затем выберите объект, который должен быть присоединен, а затем объект, к которому нужно присоединить. Учтите, что при этих действиях объекты не выделяются, и их выбор никак не обозначается на экране.

6.2.1.6. Проверка наличия соединений

Проверить, соединены ли объекты, можно с помощью кнопки «Показать соединения» . Нажмите её, тогда при наведении курсора на объект существующие соединения будут выделены точками.



Проверяйте соединения всех объектов – например, не только двери с проходом (курсор наведен на дверь), но и прохода с дверью (курсор наведен на проход). При проверке соединений с лестницей убедитесь, что соединение есть не только с контуром лестницы, но и с площадкой.

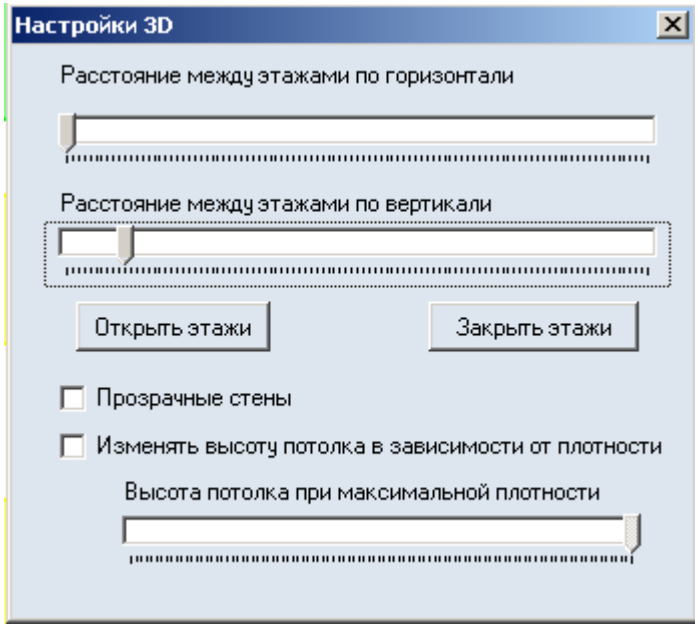
6.2.1.7. Трехмерное изображение сцены

Включение/выключение трехмерного изображения сцены производится с помощью кнопки «3D-вид» на панели инструментов либо пункта меню Вид → 3D-вид.

Управление камерой:

Поворот камеры	Перемещение мыши с нажатой правой кнопкой
Перемещение камеры	Клавиши Alt+↑, Alt+↓, Alt+←, Alt+→ Перемещение мыши с нажатым колесиком
Изменение расстояния от камеры до сцены	Вращение колесика мыши

Настройка дополнительных параметров 3D-вида выполняется средствами управления диалогового окна «Настройки 3D», вызываемого с помощью команды меню Вид → Настройка 3D.



Расстояние между этажами не оказывает влияния на расчет, а служит только для удобства визуализации.

6.2.1.8. Полезные настройки

Настройки программы можно выполнить, выбрав пункт меню «Сервис» → «Настройка». Подробно все настройки описаны в руководствах пользователя программ «СИТИС: Блок», «СИТИС: ВИМ» и «СИТИС: Флоутек». Здесь отметим несколько важных моментов, на которые необходимо обратить внимание.

На вкладке **«Умолчания»** задаются значения, которые присваиваются объектам при создании. Данная вкладка содержит несколько вкладок, на которых выполняется настройка параметров по умолчанию для различных объектов.

На вкладке **«Все»** можно задать уровень создаваемых объектов. Если выбрано «Авто», то уровень высчитывается в зависимости от уровня объекта, к которому осуществляется привязка. Например, если уже существует помещение с уровнем 1,5, то новое помещение, нарисованное с привязкой, будет также иметь уровень 1,5. Это удобно при рисовании рамп и лестниц, однако может приводить к ошибкам, если невнимательно использовать привязку. Если задать уровень равным определенному числу, то вновь созданный объект будет иметь этот уровень вне зависимости от объекта, к которому осуществляется привязка.

На всех дальнейших вкладках есть раздел **«Выноски и размеры»**, где можно задать, будут ли создаваться выноски и размеры для вновь создаваемых объектов данного типа. Подробнее о выносках и размерах в п. 6.2.1.12 и 6.2.1.13.

На вкладке «Лестницы» можно выбрать шаблон лестницы, используемый по умолчанию. Если стоит галочка «Фиксировать угол наклона марша», то размеры лестницы будут рассчитываться, учитывая размер ступени 150 x 300 мм, следующим образом: «На вкладке «Лестницы» можно выбрать шаблон лестницы, используемый по умолчанию. Если стоит галочка «Фиксировать угол наклона марша», то размеры лестницы будут рассчитываться, учитывая размер ступени 150 x 300 мм – т. е. при изменении перепада высот или угла наклона марша, будет изменяться и его длина. Если галочку снять, то можно изменять наклон марша, моделируя нестандартные лестницы и лестницы с различным числом ступенек – т. е. длину и перепад высот марша можно изменять независимо друг от друга.

На вкладке «**Имя объекта»** можно изменить шаблон названий объектов.

На вкладке **«Точки»** задается размер значка расчетной точки, а также расстояние между точкой и текстом при создании точки.

Далее для разных программ есть отличающиеся вкладки.

В программе «СИТИС: Флоутек » на вкладках **«Помещения», «Коридоры», «Проходы»** и **«Люди»** можно задать параметры по умолчанию для добавления людей в сценарий.

В программе «СИТИС: Блок» на вкладке **«Поверхность горения»** задается зависимость площади поверхности горения от площади помещения. Если стоит 1, то при создании поверхности горения ее площадь будет автоматически приниматься равной площади помещения, в котором она находится; если задать 0,5 – соответственно, половине площади помещения.

Возвращаясь к остальным вкладкам: в программах «СИТИС: Блок» и «СИТИС: ВИМ» есть вкладка **«Шкалы»,** где можно настроить минимальные и максимальные значения опасных факторов пожара для визуализации на сцене и в графиках для большей наглядности. По умолчанию данные значения выбираются автоматически в каждом расчете. Также в этих программах есть вкладка **«ПДЗ ОФП»**, где можно настроить предельно допустимые значения опасных факторов пожара, по которым определяется время блокирования. По умолчанию ПДЗ установлены в соответствии с приложением 6 *Методики*, но для анализа можно указать другие значения.

Настройки параметров расчета выполняются: для «СИТИС: Флоутек» на вкладке **«Расчет» - «Алгоритм»**, для «СИТИС: ВИМ» - на вкладке **«Умолчания» - «Результаты»**.

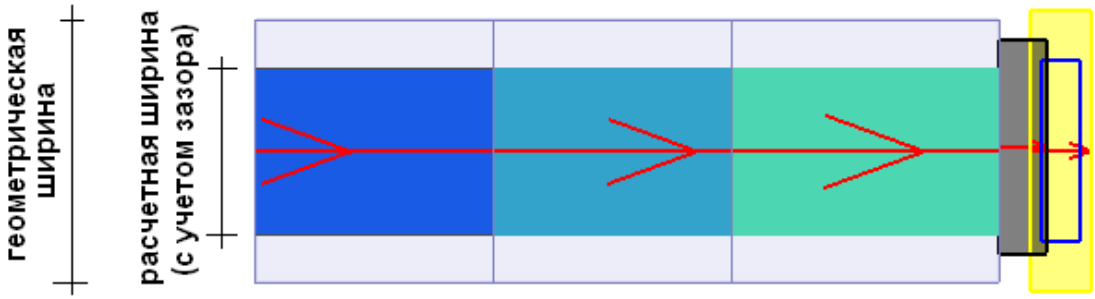
6.2.1.9. Зазор

Расчетная ширина коридора может не соответствовать геометрической (например, из-за оборудования, размещенного в коридоре, или из-за дверей, открывающихся в коридор).

Для учета этого служит свойство «Зазор».

Зазор сужает ширину коридора на заданную величину **с двух сторон**.

То есть если геометрическая ширина коридора составляет 2 м и задана величина зазора 0,5 м, то расчетная ширина составит 1 м.



С помощью данного свойства можно учитывать направление открытия двери.

В топологии зазор визуально не отображается. Отображение зазора доступно только при просмотре визуализации движения людей после выполнения расчета.

6.2.1.10. Уровень

Уровень — это смещение объектов относительно положения этажа. Если уровень объекта, например, 1 м, это значит, что он поднят над общим уровнем этажа на один метр. При этом неважно, о каком этаже речь — о первом или о последнем. **Уровень объекта не является абсолютным**, для каждого этажа уровень свой. Изменяя уровень, невозможно переместить объект на этаж выше/ниже.

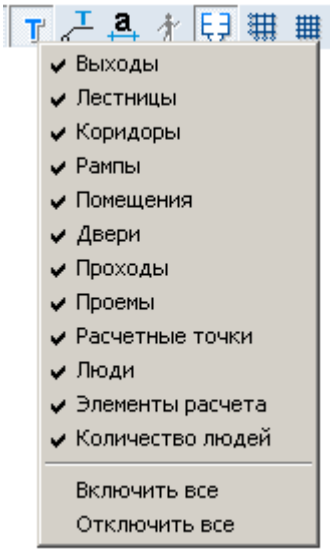
Изменяя уровень, невозможно переместить объект на этаж выше/ниже.

6.2.1.11. Работа с текстом

Текст на сцене — названия различных объектов. Текст можно включить, выключать, настраивать размер и перемещать.

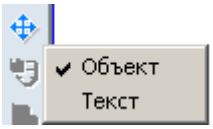
Включить или выключить подписи к отдельным объектам можно с помощью кнопки на верхней панели инструментов. Если она нажата (утоплена), текст отображается на сцене. Если не нажата — не отображается.

Щелкнув на кнопку правой клавишей мыши, можно выбрать, подписи к каким объектам отображать на сцене:



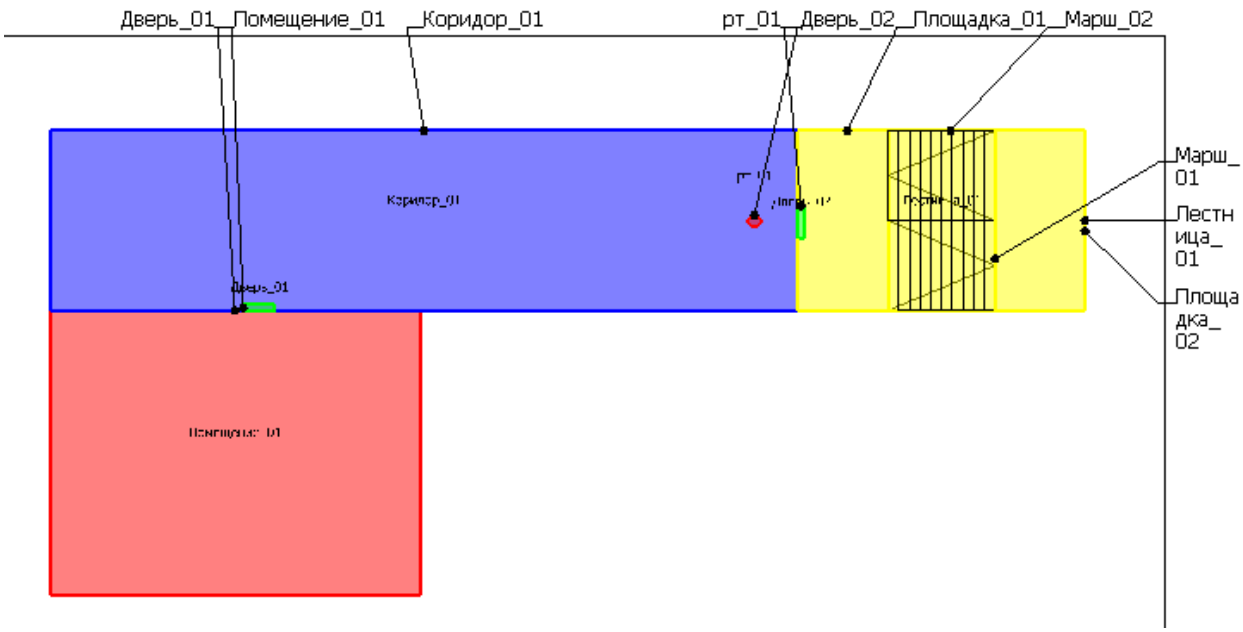
Отметьте галочками те типы объектов, подписи к которым хотите видеть.

Кроме того, текст можно перемещать и поворачивать. Для этого используются те же кнопки, что и для перемещения и поворота объектов. Щелкните на кнопке правой клавишей мыши и выберите, будет ли клавиша действовать на текст или на объект:



6.2.1.12. Выноски

Для каждого объекта топологии можно создать на сцене выноску с его именем с помощью свойства «Выноска»: если его значение равно «да», то выноска создается; иначе — не создается.



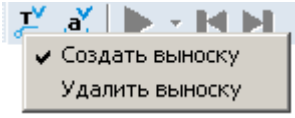
Для каждого типа объекта можно назначить значение свойства «Выноска» по умолчанию в окне «Настройки» на вкладке «Умолчания» (пункт основного меню Сервис → Настройка): если напротив свойства «Создавать выноски» стоит галка, то при создании объекта значение свойства будет равно «да»; иначе — «нет».

Значение свойства «Выноска» редактируется тремя способами:

- в таблице свойств объекта;
- с помощью кнопки «Создать/удалить выноски» на верхней панели инструментов: нужно нажать кнопку и выбрать на сцене объект, в результате этого значение соответствующего свойства объекта примет значение «да» или «нет» в зависимости от режима работы кнопки;
- с помощью контекстного меню, вызываемого нажатием правой клавиши мыши на объекте в дереве объектов или на сцене. При этом действие (создание/удаление выноски), выполненное для родительского объекта, распространяется на все его дочерние объекты. Таким образом, одним движением можно создать/удалить выноски для всех объектов помещения, коридора, лестницы, этажа, топологии, сценария.

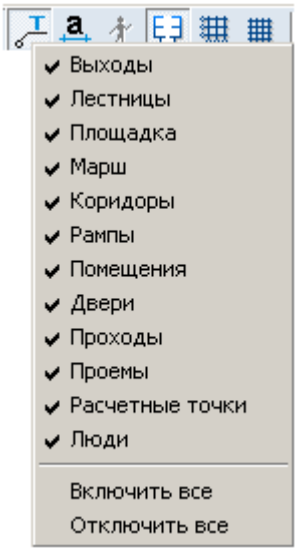
Кнопка «Создать/удалить выноски» работает в двух режимах, которые выбираются в ее контекстном меню, вызываемом нажатием правой клавиши мыши на кнопке. В режиме «Создать выноску» кнопка

присваивает свойству «Выноска» значение «да»; в режиме «Удалить выноску» — значение «нет».



Для отображения на сцене созданных выносок нажмите кнопку «Выноски» на верхней панели инструментов.

При необходимости можно включить отображение выносок для объектов отдельных типов. Щелкните правой кнопкой мыши на кнопке «Выноски», в появившемся контекстном меню снимите галки у тех типов объектов, для которых не нужно отображать выноски.



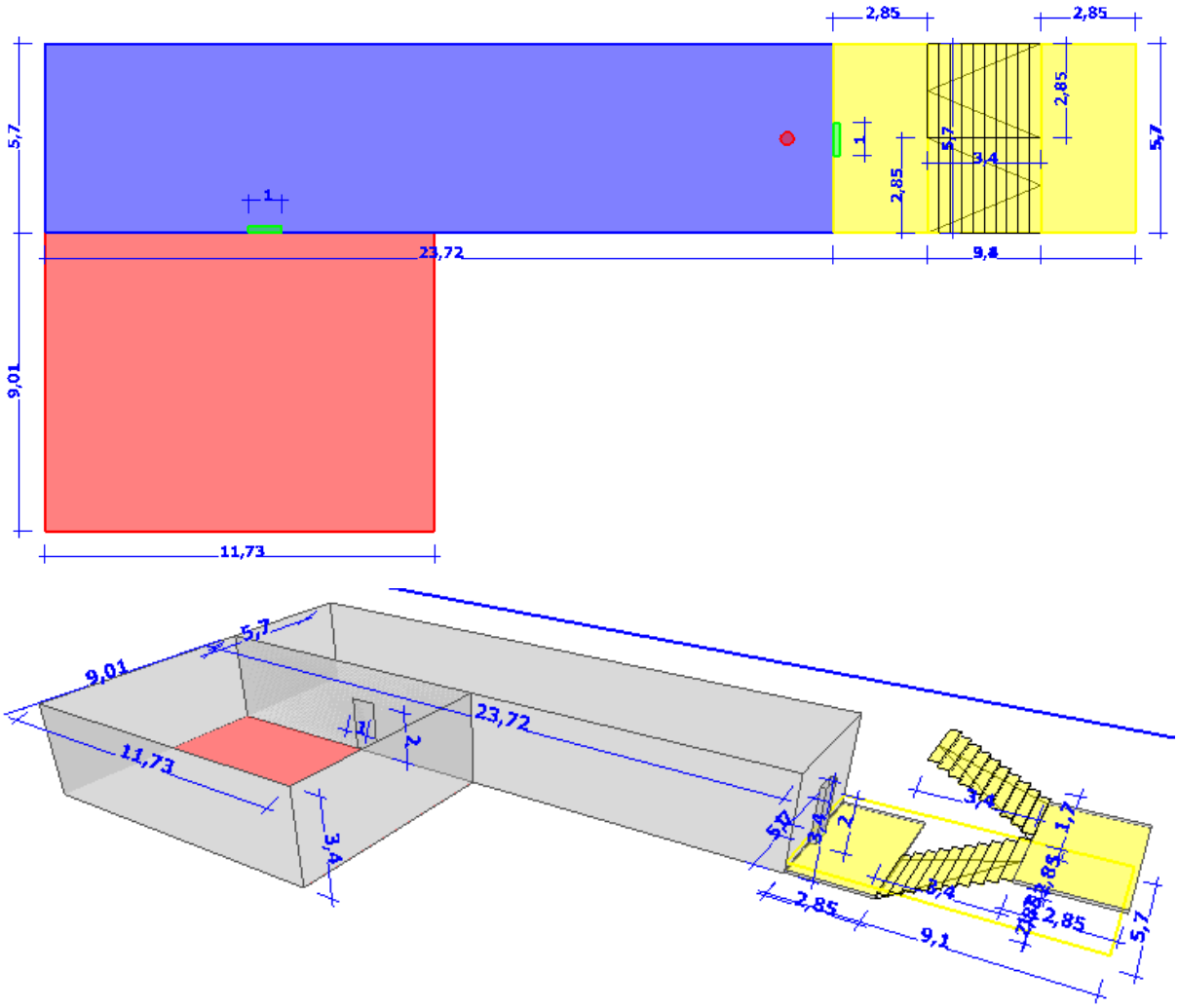
Цвета шрифта и линии выноски, полей и рамки рабочей сцены редактируются в окне «Настройки» на вкладке «Цвет» (пункт основного меню Сервис → Настройка). Размер и шрифт текста выносок редактируется в окне «Настройки» на вкладке «Выноски».

Границы полей можно увеличивать или уменьшать для лучшего расположения текста с помощью мыши.

Помните, что в отчет попадают выноски для объектов, у которых свойство «Выноски» имеет значение «да», независимо от того, видны выноски в данный момент на сцене или нет.

6.2.1.13. Размеры

Для каждого объекта топологии можно создать на сцене подпись его размеров (длина, ширина, высота) с помощью свойства «Размеры»: если его значение равно «да», то подпись размеров создается; иначе — не создается.



Для каждого типа объекта можно назначить значение свойства «Размеры» по умолчанию в окне «Настройки» на вкладке «Умолчания» (пункт основного меню Сервис → Настройка): если напротив свойства «Создавать размеры» стоит галка, то при создании объекта значение свойства будет равно «да»; иначе — «нет».

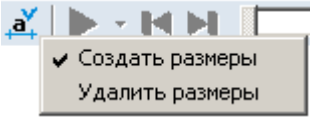
Значение свойства «Размеры» редактируется тремя способами:

- в таблице свойств объекта;
- с помощью кнопки «Создать/удалить размеры» на верхней панели инструментов: нужно нажать кнопку и выбрать на сцене объект, в результате этого значение соответствующего свойства

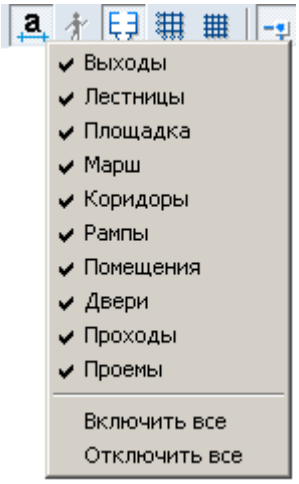
объекта примет значение «да» или «нет» в зависимости от режима работы кнопки;

- с помощью контекстного меню, вызываемого нажатием правой клавиши мыши на объекте в дереве объектов или на сцене. При этом действие (создание/удаление размеров), выполненное для родительского объекта, распространяется на все его дочерние объекты. Таким образом одним движением можно создать/удалить размеры для всех объектов помещения, коридора, лестницы, этажа, топологии, сценария.

Кнопка «Создать/удалить размеры» работает в двух режимах, которые выбираются в ее контекстном меню, вызываемом нажатием правой клавиши мыши на кнопке. В режиме «Создать размеры» кнопка присваивает свойству «Размеры» значение «да»; в режиме «Удалить размеры» — значение «нет».



Для отображения на сцене созданных подписей размеров нажмите кнопку «Размеры» на верхней панели инструментов. При необходимости можно включить отображение размеров для объектов отдельных типов. Щелкните правой кнопкой мыши на кнопке «Размеры», в появившемся контекстном меню снимите галки у тех типов объектов, для которых не нужно отображать размеры.



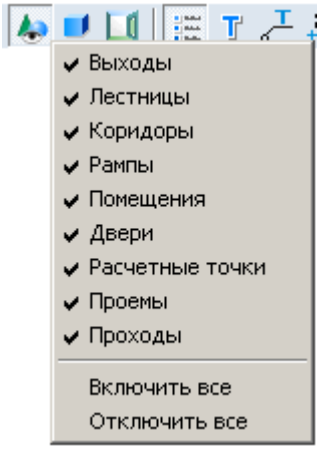
Помните, что в отчет попадают размеры для объектов, у которых свойство «Размеры» имеет значение «да», независимо от того, видны размеры в данный момент на сцене или нет.

Цвета шрифта и линии редактируются в окне «Настройки» на вкладке «Цвет» (пункт основного меню Сервис → Настройка). Размер и шрифт текста выносок редактируется в окне «Настройки» на вкладке «Выноски».

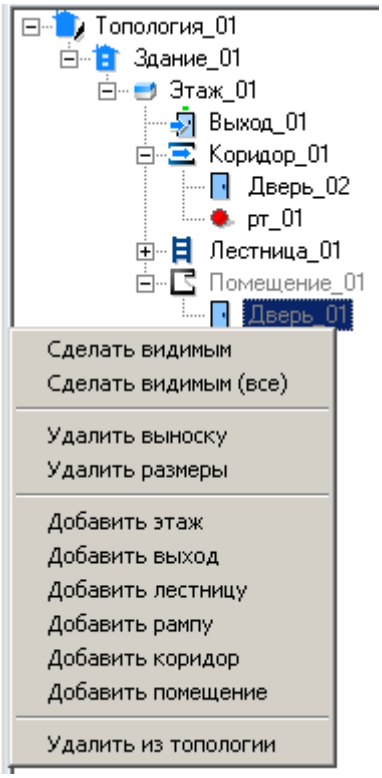
6.2.1.14. Видимость объектов

Включение/выключение видимости объектов на сцене выполняется с помощью кнопки «Видимость объектов топологии» : если кнопка нажата, то на сцене отображаются объекты; иначе — объекты на сцене не видны.

С помощью контекстного меню данной кнопки, которое вызывается нажатием правой кнопки мыши, можно отключать видимость группы типовых объектов: если напротив типа объекта стоит галка, то эти объекты отображаются на сцене; иначе — объекты данного типа на сцене не видны.



Также для удобства работы можно скрыть отдельные объекты. Для этого выберите нужный объект в дереве объектов или сценариев и в контекстном меню выберите «скрыть». В дереве объект станет неактивным (серым), а на сцене исчезнет. Обратная операция называется «сделать видимым» и выполняется также через контекстное меню.



«Скрыть все» и «Сделать видимым все» действует на все объекты.

6.2.2. Пример построения топологии

Программы «СИТИС: Флоутек», «СИТИС: Блок» и «СИТИС: ВИМ» имеют одинаковую структуру и одинаковые инструменты, поэтому начинать работу можно с любой из программ.

На первом этапе работы необходимо создать топологию объекта — создать модель, состоящую из этажей, лестниц, коридоров и помещений, на основании которой в дальнейшем будут строиться расчетные сценарии эвакуации и развития ОФП.

Начнем работу с программы «СИТИС: Флоутек».

6.2.2.1. Элементы топологии

Программа позволяет добавлять следующие объекты:

- Топология
- Этаж
- Лестница
- Выход
- Рампа
- Коридор

- Помещение
- Дверь
- Проход
- Вертикальный проем
- Горизонтальный проем
- Расчетная точка

Подробнее создание и редактирование объектов описано в «Руководство пользователя».

6.2.2.2. Этаж

Здание состоит из этажей, связанных между собой лестницами. Все остальные объекты топологии — помещения, коридоры, рампы и т. п. – находятся в пределах этажа.

Изменяя уровень или высоту объекта, невозможно вынести объект за пределы этажа. Даже если высота этажа 4 м, а вы задаете объекту уровень 5 м, объект не переместится на следующий этаж.

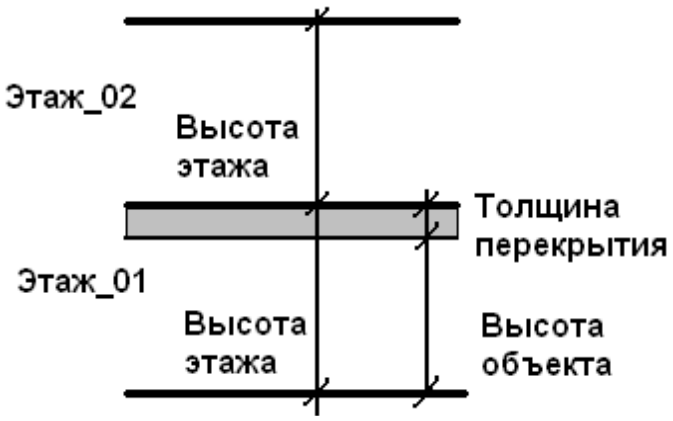
Свойство	Ед. изм.	Значение
Название		Этаж_01
Номер этажа		1
Подложка		C:\Documents and Settings\
Масштаб	м	7
Высота этажа	м	4.5
Толщина перекрытия	м	0.77

Создав этаж, не забудьте задать его **высоту** (в метрах). Высота этажа влияет на длину лестницы, следовательно, на длину пути по лестнице.

В примере высота первого этажа 4,5 м, высота этажей со второго по девятый - 3,6 м.

Свойство «толщина перекрытия» служит для того, чтобы задавать по умолчанию высоту объектов (коридоров, помещений). Высота объекта по умолчанию равна разности высоты этажа и толщины перекрытия.

Высота этажа считается от пола данного этажа до пола следующего этажа. Высота объектов на этаже считается от пола этажа до потолка. Свойства «Высота этажа», «Толщина перекрытия» и «Высота» объектов на этаже связаны следующим образом:



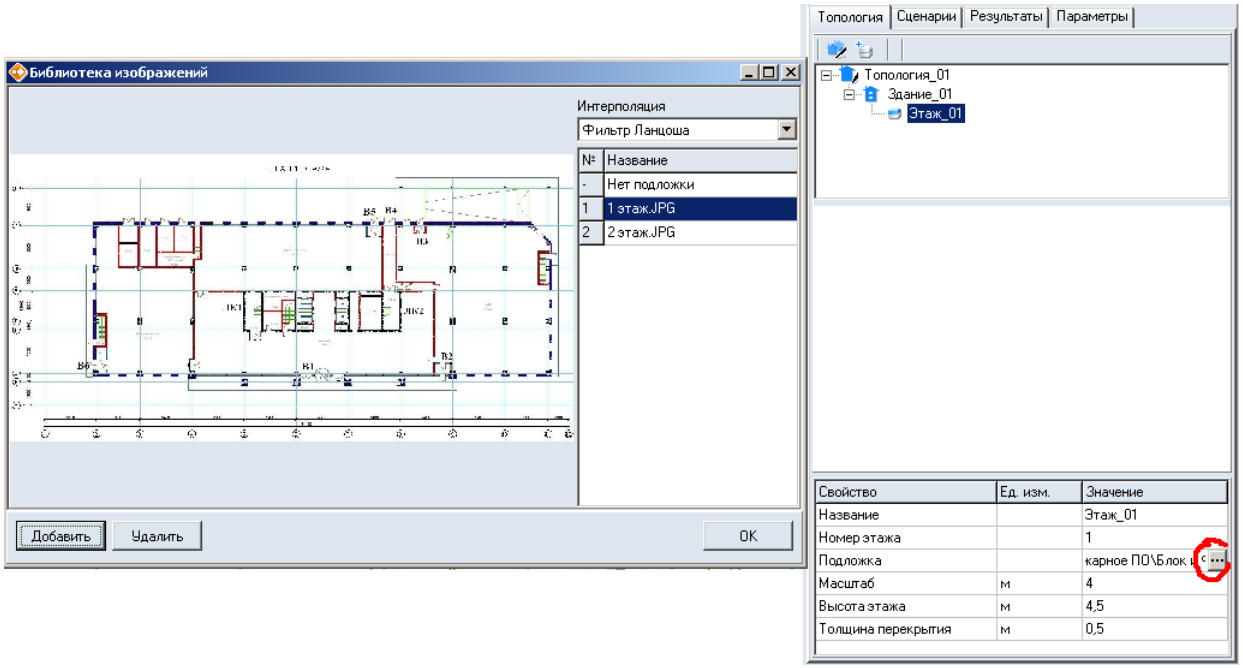
Значение свойства «толщина перекрытия», кроме собственно толщины перекрытия, должно включать толщину подвесного потолка (если он есть и если он сплошной).

В примере свойство «толщина перекрытия» для всех этажей 0,77 м.

Обычно для облегчения построения топологии используется подложка — **план этажа** в растровом (JPEG, BMP, TIFF) или векторном (DXF) виде.

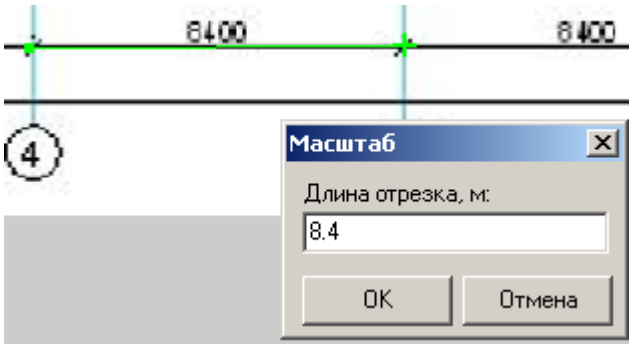
Подложка является свойством объекта «Этаж», и её невозможно загрузить в программу или открыть в программе.

Чтобы добавить подложку, в свойствах объекта «Этаж» выберите параметр «Подложка». Нажмите кнопку «Добавить» и найдите нужный файл. Затем нажмите «ОК».



Подложка загрузится в рабочую область.

Теперь нужно задать **масштаб** плана: нажмите кнопку «Масштаб» , выделите любое известное расстояние на плане и укажите его в появившемся окне.

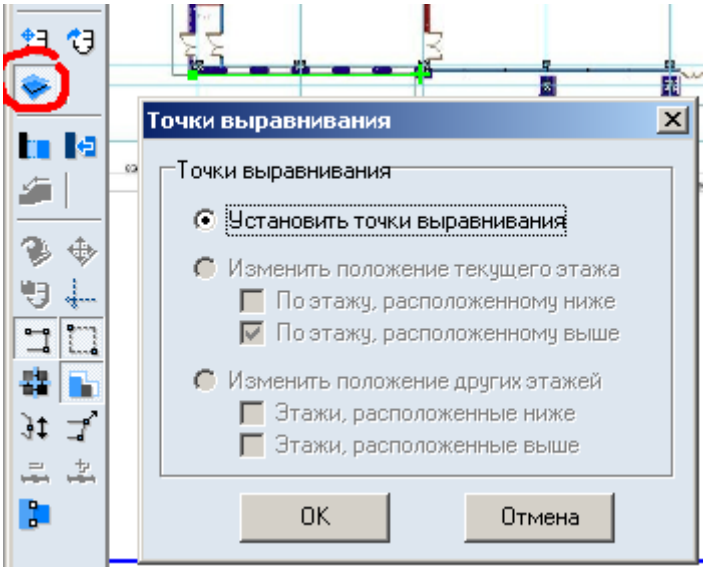


После того, как вы добавили подложку на первый этаж, создайте второй этаж, загрузите на него подложку и задайте масштаб аналогичным образом.

Подложку можно **перемещать** по этажу с помощью кнопки «Переместить подложку» и **поворачивать** с помощью кнопки «Повернуть подложку» . Движение колесиком мыши позволяет изменить размер подложки (увеличить или уменьшить).

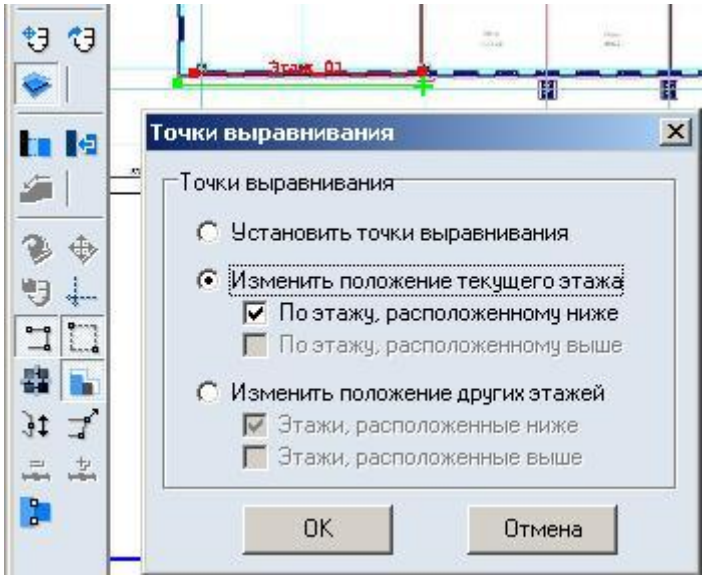
Подложки на разных этажах можно **выровнять** друг относительно друга следующим образом:

Нажмите кнопку «Выровнять подложки» и задайте «опорный» отрезок (по которому будет произведено выравнивание):



Перейдите на другой этаж, снова нажмите кнопку и задайте положение «опорного» отрезка на данном этаже.

Задавать точки отрезка нужно в одном и том же порядке на обоих этажах, иначе выравниваемая подложка окажется перевернутой.



Теперь подложки выровнены друг относительно друга.

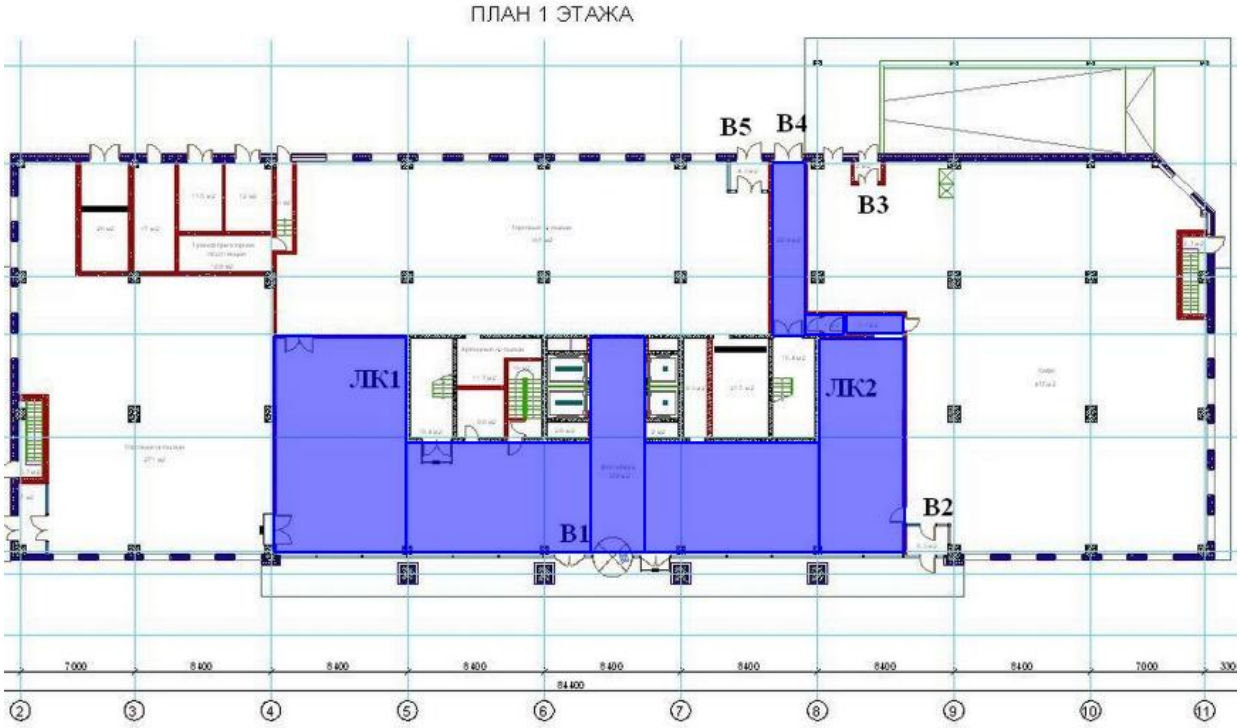
Масштаб на этаже нужно задавать после того, как на этом этаже выполнены все действия с подложкой (смещение, поворот, выравнивание).

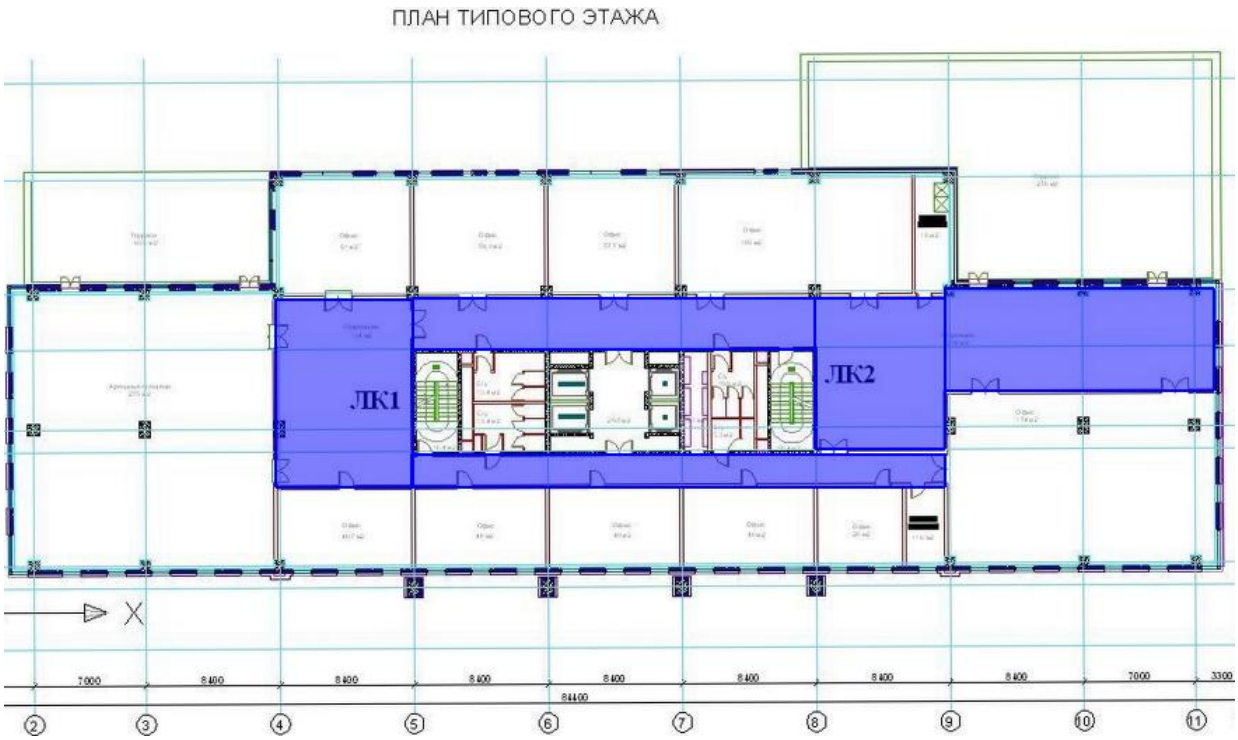
Если после задания масштаба с подложкой выполнялись какие-либо действия, масштаб нужно задать заново.

Здание включает девять этажей, этажи со второго по девятый типовые, поэтому имеет смысл сначала построить топологию только первого и второго этажей, а затем копировать второй этаж нужное количество раз.

6.2.2.3. Коридор

Нажмите кнопку «Добавить коридор» и создайте коридоры на первом и втором этажах.



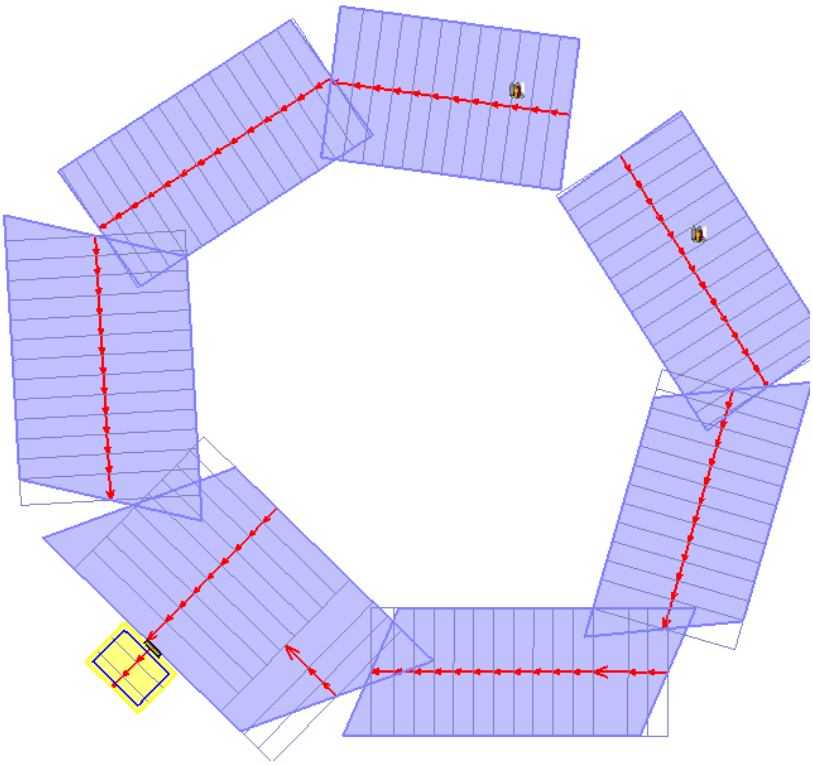


Помните, что все объекты должны быть состыкованы друг с другом (см. п. 6.2.1.5 Привязка).

Коридор имеет свойства: название, длина, ширина, высота, уровень (высота над уровнем этажа), зазор (см.п.6.2.1.9 Зазор). Площадь, выноска, размер. Имейте в виду, что высота коридора — это высота от пола до потолка, она **не равна высоте этажа.** Высота коридора оказывает влияние на расчет развития ОФП.

Свойство	Ед. изм.	Значение
Название		Коридор_04
Длина	м	10,7
Ширина	м	6,73
Высота	м	4
Уровень	м	0
Зазор	м	0
Площадь	м2	72,02
Выноска		Да
Размеры		Да

Если нет возможности соединить коридоры встык, допускается частично накладывать коридоры один на другой (например, так можно рисовать кольцевые коридоры – по частям).



В этом случае аккуратно проверяйте наличие соединений с помощью кнопки «Показать соединения» (6.2.1.6).

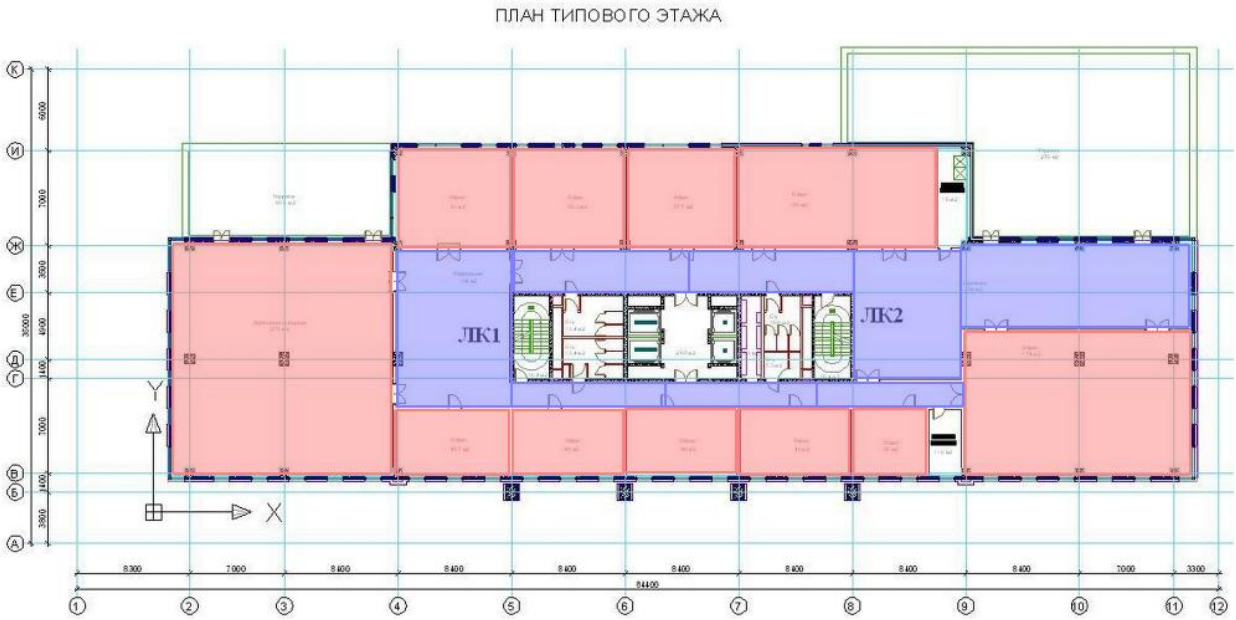
При расчете сценария внимательно смотрите, чтобы в местах пересечений коридоров не возникали паразитные скопления.

6.2.2.4. Помещение

Нажмите кнопку «Добавить помещение» и создайте помещения на первом и втором этажах.

Если рисовать с нажатой кнопкой «Рисовать двумя точками», то помещение будет строго прямоугольным (как все помещения на втором этаже). Если рисовать с отжатой кнопкой , то нужно последовательно задавать углы (помещения на первом этаже).

Если отключить кнопку «Ортогональное рисование» , то помещение можно нарисовать произвольной формы.



Помещение имеет свойства: название, длина, ширина, высота, уровень (высота над уровнем этажа), площадь, шаблон, выноска, размер. Имейте в

виду, что высота помещения — это высота от пола до потолка, она **не равна высоте этажа.** Высота помещения оказывает влияние на расчет развития ОФП.

Свойство	Ед. изм.	Значение
Название		Помещение_01
Длина	м	14,74
Ширина	м	7,24
Высота	м	3,4
Уровень	м	0
Площадь	м2	106,66
Шаблон		Нет
Выноска		Да
Размеры		Да

Помните, что термины «помещение» и «коридор» в программе не обязательно должны соответствовать помещениям и коридорам объекта. Иногда бывает удобно задать помещение с помощью объекта «Коридор» или наоборот.

Отличия помещения от коридора заключаются в следующем:

коридор всегда является параллелограммом, помещение может иметь любую форму;

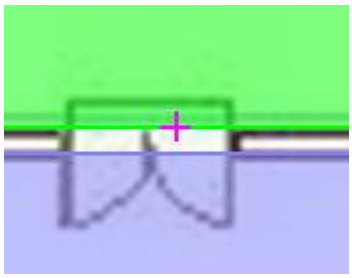
коридор может соединяться с другими объектами непосредственно, помещение – только через дверь;

помещение может иметь внутреннюю структуру (проходы, рампы), коридор – нет.

6.2.2.5. Дверь

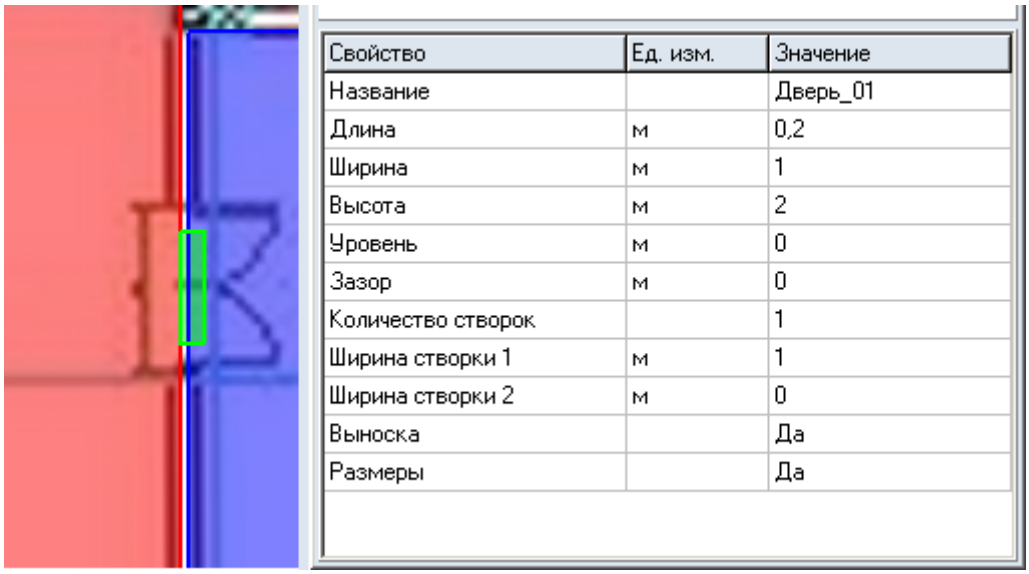
Если выделить помещение, коридор или выход, то на панели инструментов активируется кнопка «Добавить дверь» .

Выделите нужное помещение, нажмите эту кнопку — на контуре помещения появится курсор в виде креста:



Дверь является дочерним объектом помещения/коридора/выхода, поэтому курсор будет двигаться только по контуру помещения/коридора/выхода.

Добавьте дверь в нужное место, затем задайте ей нужные размеры.

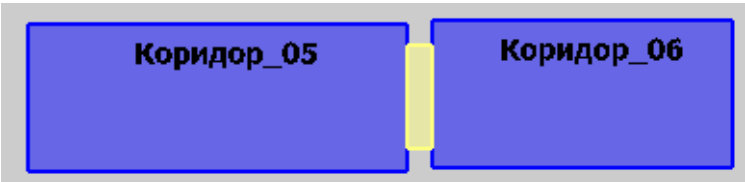


Свойство	Ед. изм.	Значение
Название		Дверь_01
Длина	м	0,2
Ширина	м	1
Высота	м	2
Уровень	м	0
Зазор	м	0
Количество створок		1
Ширина створки 1	м	1
Ширина створки 2	м	0
Выноска		Да
Размеры		Да

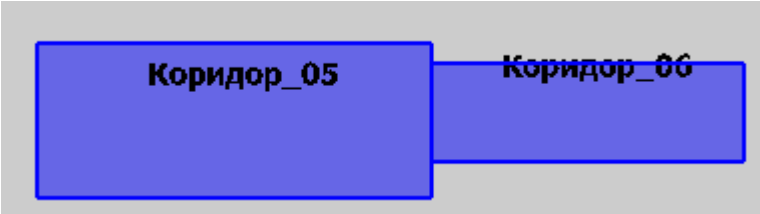
Помещение обязательно должно иметь хотя бы одну дверь. Если же дверей несколько, в помещении должна быть задана система проходов (см.п.6.2.2.6 Проход).

С любыми объектами (коридорами, рампами, лестницами, выходами, другими помещениями) помещение может соединяться только через дверь.

В отличие от помещения, коридор может иметь двери:



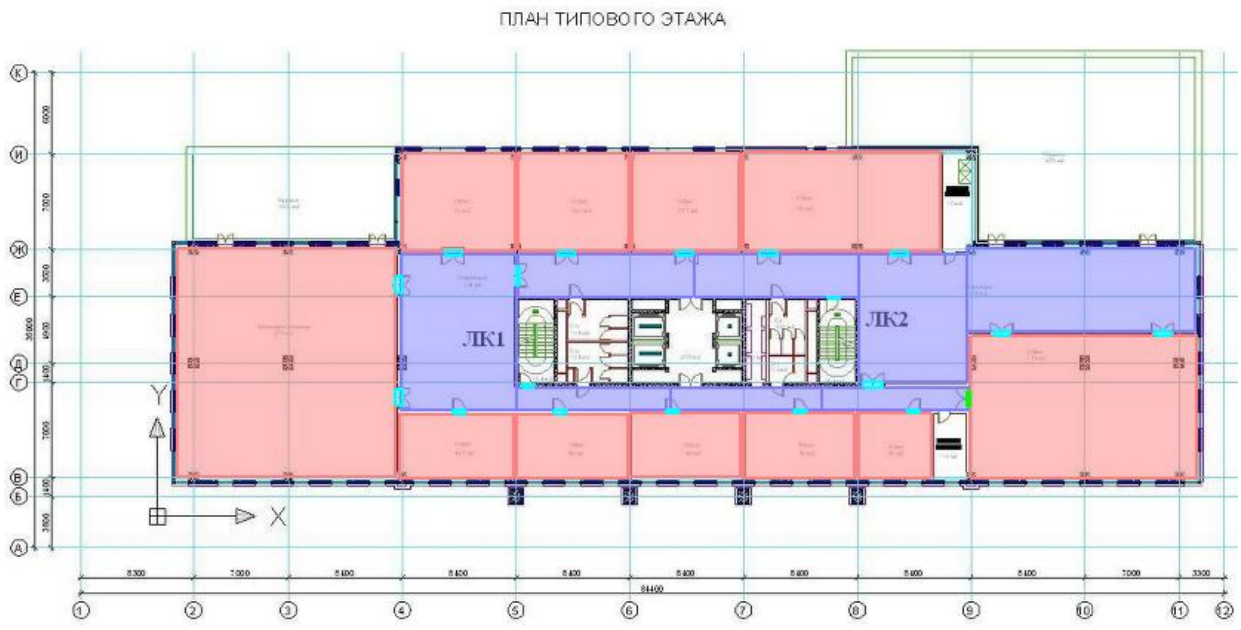
а может не иметь:



Чтобы не задавать размер каждой двери в отдельности, удобно использовать настройки по умолчанию (пункт «Настройки» в меню «Сервис», вкладка «Умолчания», «Двери»). Задайте в настройках ширину двери 0,9 м и создайте все двери с этой шириной. Затем измените в настройках ширину на 1,2 и создайте остальные двери.

Добавьте двери ко всем помещениям и в нужных местах коридоров.

Обязательно проверяйте наличие соединений с помощью кнопки «Показать соединения» (п. 6.2.1.6).



Инструмент «Добавить дверь» также можно активировать, щелкнув правой кнопкой мыши внутри помещения/коридора.

6.2.2.6. Проход

Внутренняя структура помещения определяет пути, по которым будут двигаться люди во время эвакуации.

Если помещение имеет непрямоугольную форму либо больше, чем одну дверь, внутренняя структура должна быть задана обязательно.

Если выделить помещение, то на панели инструментов активируется кнопка «Добавить проход» . Выделите нужное помещение, нажмите эту кнопку — в пределах помещения появится курсор в виде креста. Проход является дочерним объектом помещения, поэтому курсор будет двигаться только внутри контура помещения.

Проход должен быть соединен с дверью.

Если известна внутренняя структура помещения (кинозал, торговый зал), то проходы можно задавать исходя из имеющейся информации. В противном случае просто задайте проходы по всей площади помещения.

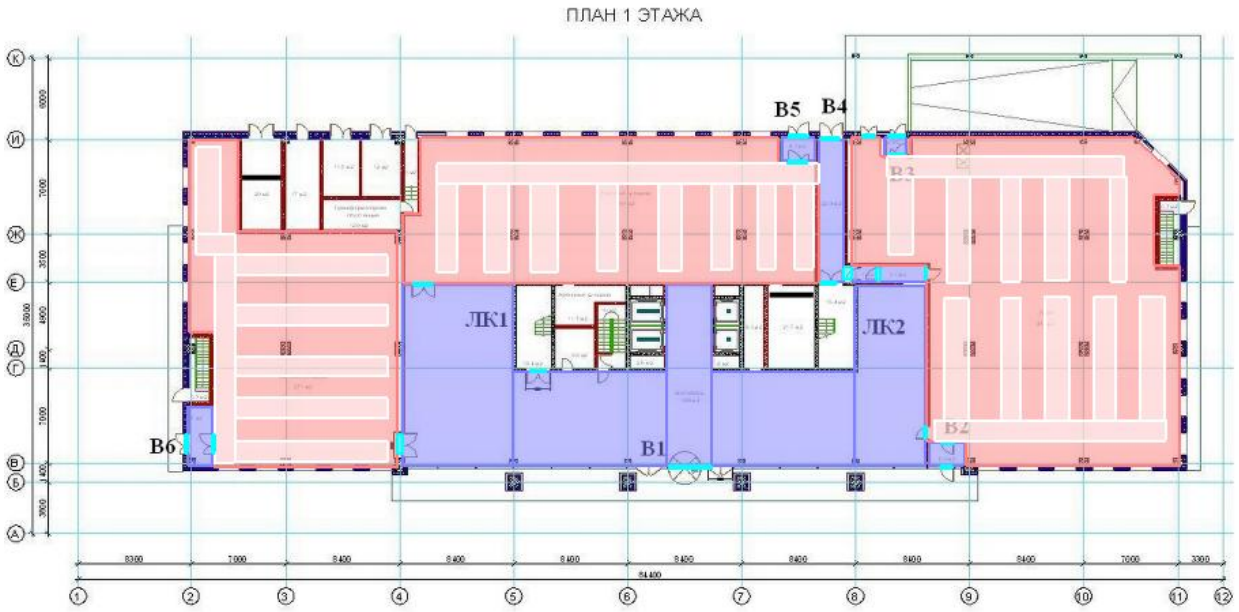
Для небольших помещений с малым количеством человек (офисы и т. п.) нет необходимости задавать проходы даже в том случае, если структура помещения (расположение оборудования) известна.

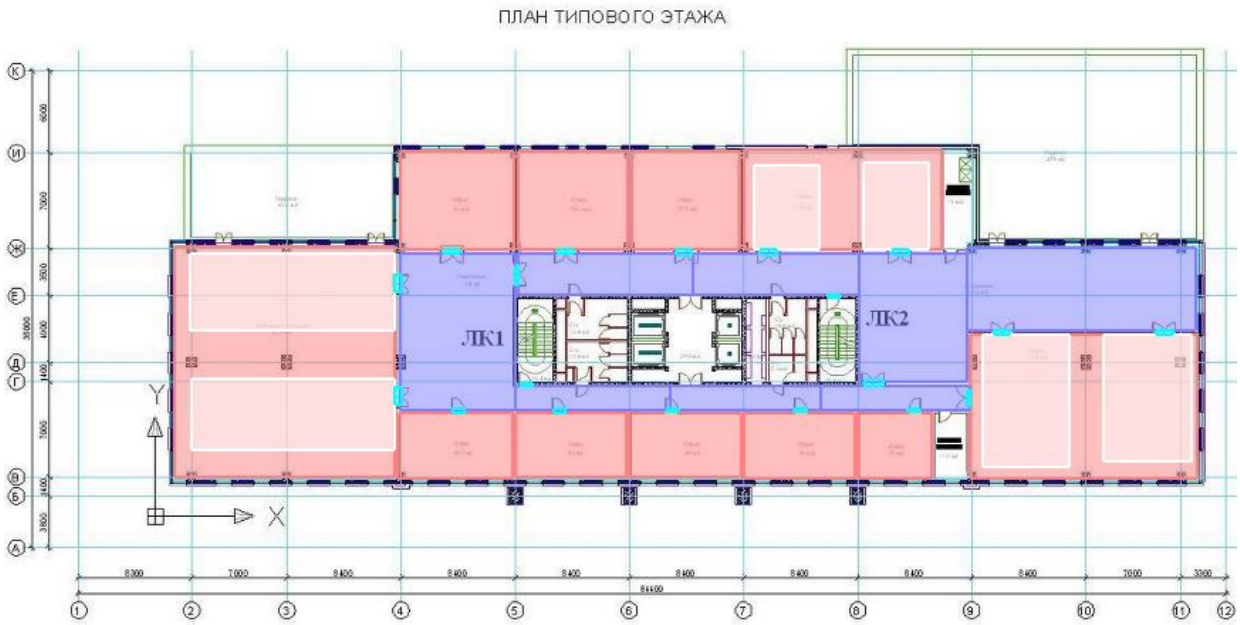
Задавайте проходы только к тем дверям, через которые предполагается осуществлять эвакуацию.

Старайтесь не создавать замкнутых проходов, следите, чтобы путь эвакуации был по возможности однозначным.

Добавьте проходы во все непрямоугольные помещения, а также в помещения, имеющие более одной двери.

Обязательно проверяйте наличие соединений с помощью кнопки «Показать соединения» (6.2.1.6).





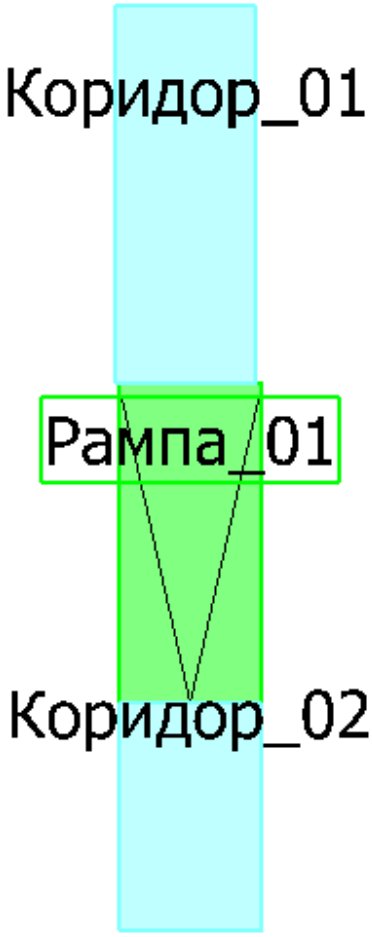
6.2.2.7. Рампа

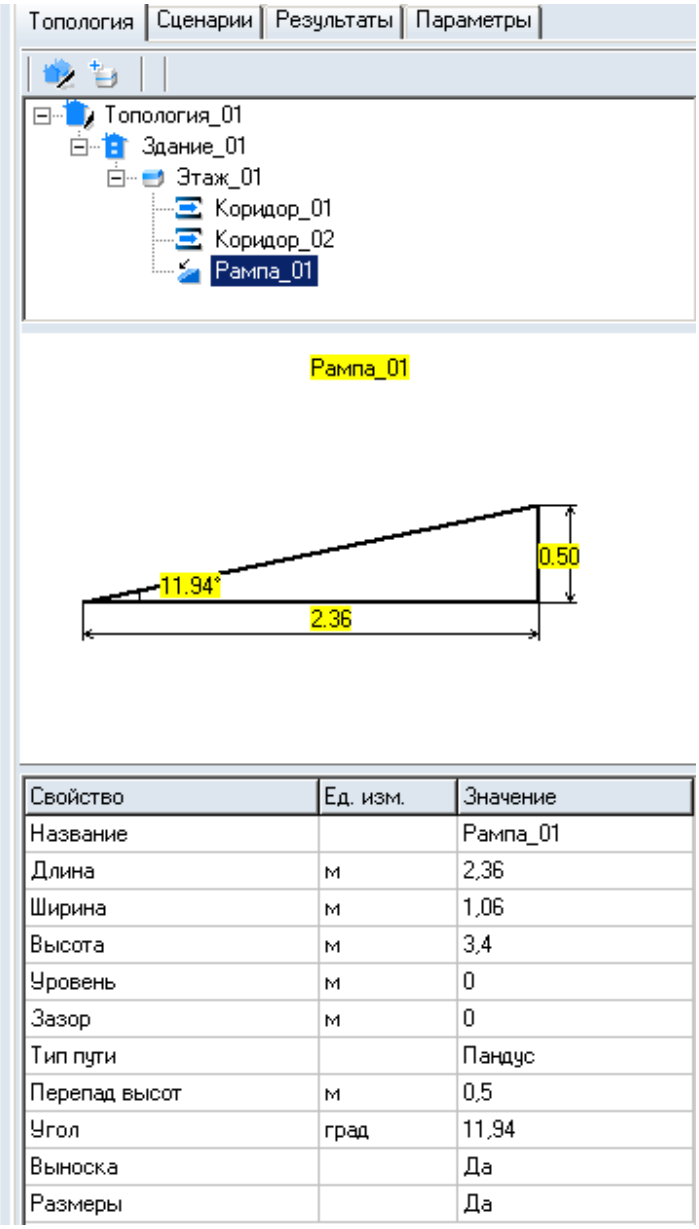
Рампа используется для соединения объектов, имеющих разный уровень. Рампа задается с помощью инструмента «Добавить рампу» .

Наклон можно задать с помощью свойства «Перепад высот» либо с помощью свойства «Угол».

С помощью свойства «Тип пути» можно задать, будет ли рампа пандусом (ровный путь) либо лестницей (со ступеньками).

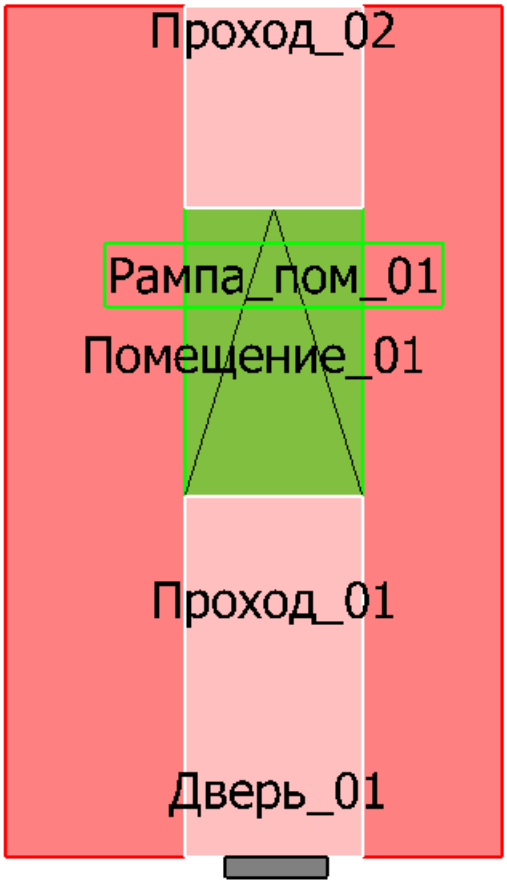
Если рампа является дочерним объектом этажа, она выполняет функции наклонного коридора.

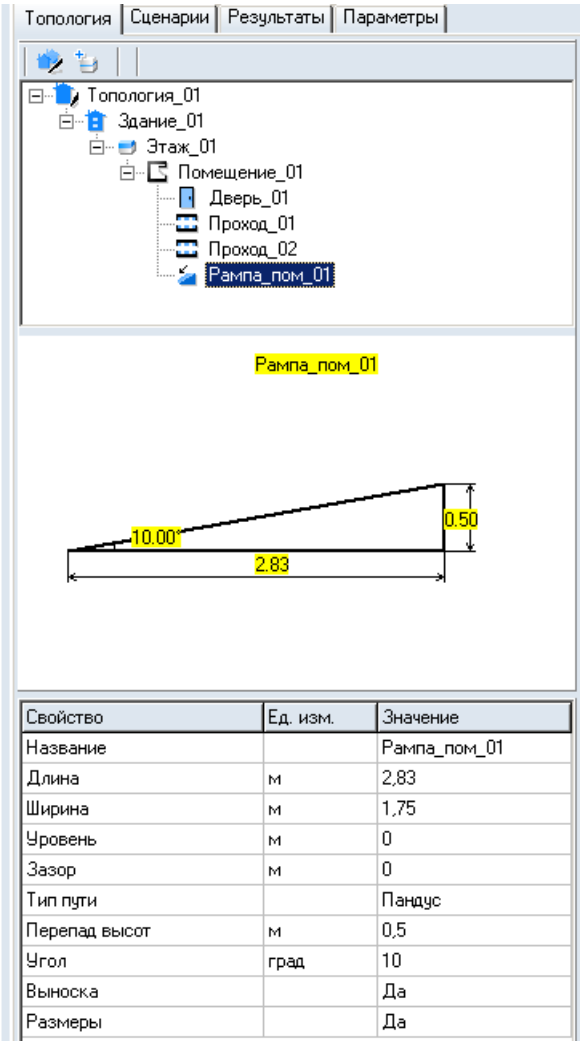




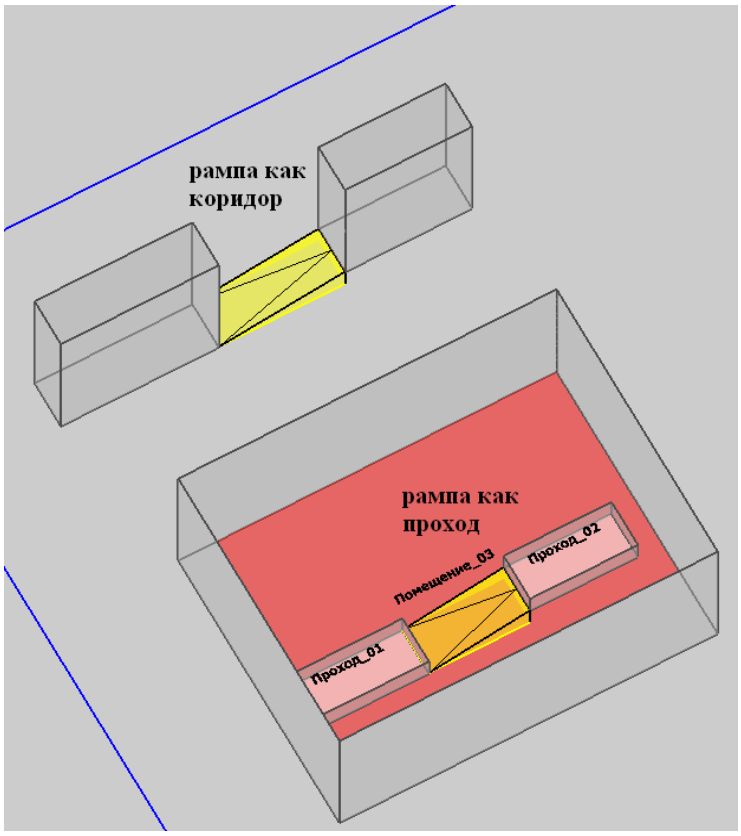
Свойство	Ед. изм.	Значение
Название		Рампа_01
Длина	м	2,36
Ширина	м	1,06
Высота	м	3,4
Уровень	м	0
Зазор	м	0
Тип пути		Пандус
Перепад высот	м	0,5
Угол	град	11,94
Выноска		Да
Размеры		Да

Если рампа является дочерним объектом помещения, она выполняет функции наклонного прохода.





Свойство	Ед. изм.	Значение
Название		Рампа_пом_01
Длина	м	2,83
Ширина	м	1,75
Уровень	м	0
Зазор	м	0
Тип пути		Пандус
Перепад высот	м	0,5
Угол	град	10
Выноска		Да
Размеры		Да



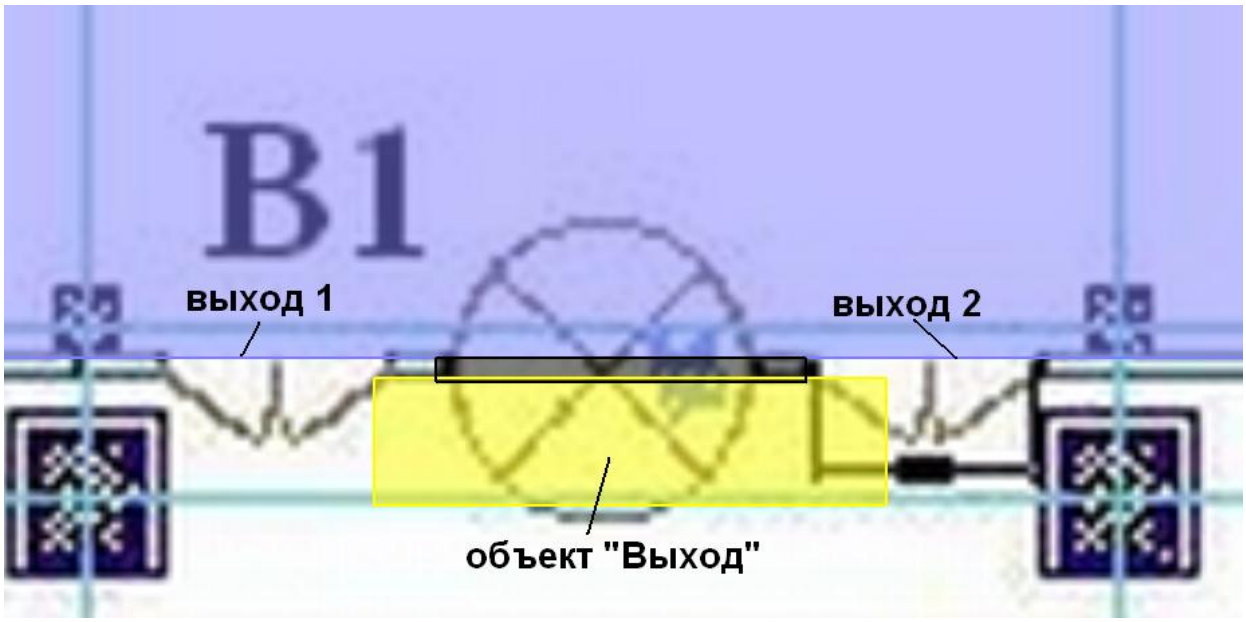
В рассматриваемом примере рампы не используются.

6.2.2.8. Выход

Выход — это объект, к которому будут устремлены людские потоки, **конечная точка пути**.

Нажмите кнопку «Добавить выход» и нарисуйте выход. В здании должен быть как минимум один выход.

В программе «СИТИС: Флоутек» людские потоки не могут разделяться (т.е. нельзя направить людей к двум выходам одновременно). Если два расположенных рядом выхода могут быть использованы равновероятно, их нужно задавать одним объектом «Выход» большей ширины:



Размер объекта «Выход» не имеет существенного значения – главное, чтобы он был не уже двери, ведущей к нему (чтобы не возникало паразитных скоплений).

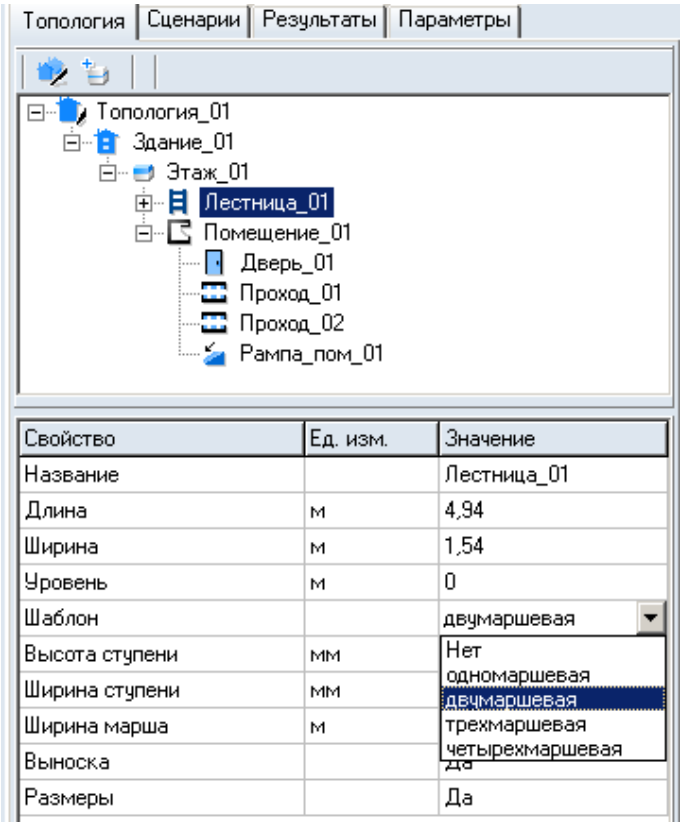
Добавьте в модель выходы.

Обязательно проверяйте наличие соединений с помощью кнопки «Показать соединения» (п. 6.2.1.6).

6.2.2.9. Лестница

Соединение этажей осуществляется с помощью объекта «Лестница». Чтобы добавить лестницу, нажмите кнопку «Добавить лестницу». Программа предложит нарисовать контур лестницы.

Лестница является «контейнером», содержащим некоторое количество площадок и маршей. Объекты на этаже могут присоединяться только к площадке. После этого нужно задать площадки и марши либо с помощью шаблона:

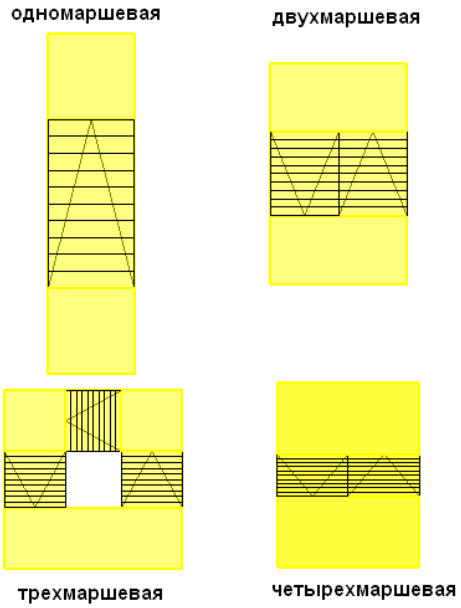


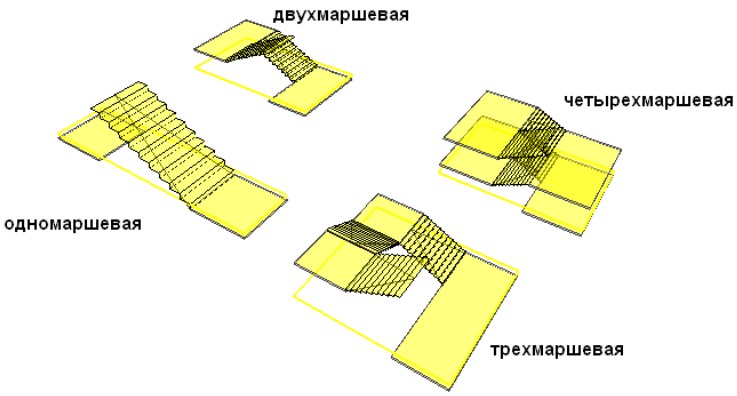
либо с помощью инструментов «Добавить площадку» и «Добавить марш». В первом случае программа сама следит за целостностью лестницы, во втором — пользователю придется контролировать целостность самостоятельно.

Лестница на этаже всегда должна начинаться площадкой и заканчиваться маршем.

Если вы только начинаете работать с программами «СИТИС: Флоутек», «СИТИС: Блок» и «СИТИС: ВИМ», предпочтительнее использовать шаблоны. Это позволит избежать многих проблем. Построенную по шаблону лестницу при необходимости можно разгруппировать и отредактировать.

Существуют шаблоны для одномаршевых, двухмаршевых, трехмаршевых и четырехмаршевых лестниц.

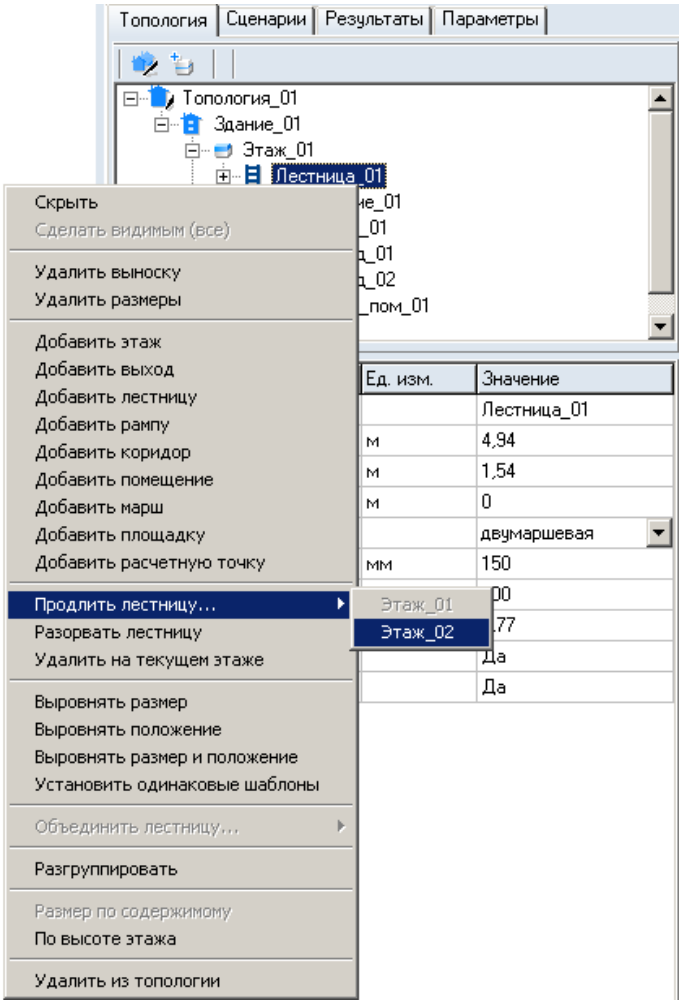




Если выделить лестницу, то площадка, находящаяся на текущем этаже, помечается крестом. Именно с этой площадкой должны быть соединены коридоры и помещения на этаже.

Создайте двухмаршевую лестницу.

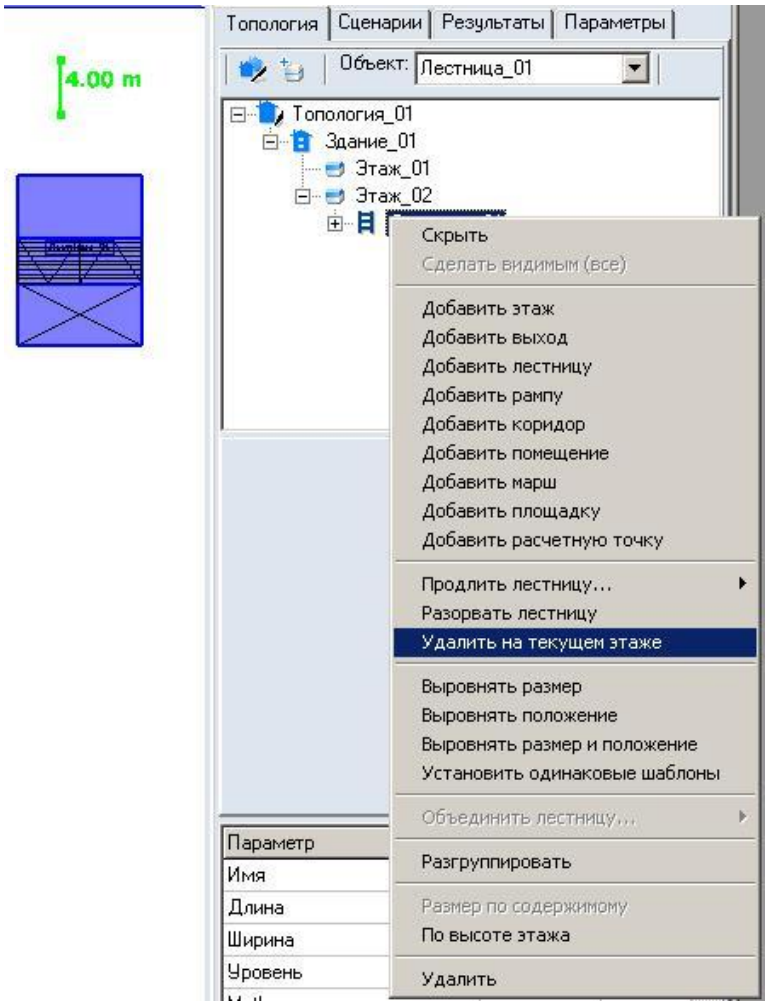
Затем лестницу нужно продлить на остальные этажи. Для этого нужно щелкнуть правой кнопкой мыши на лестнице в топологии или дереве объектов и в раскрывшемся меню выбрать пункт «Продлить лестницу»:



Теперь на втором этаже появилась лестница «Лестница_01»:

Лестницу можно перемещать по горизонтали (например, подвинуть, чтобы она совпадала с подложкой). На расчете это не отразится.

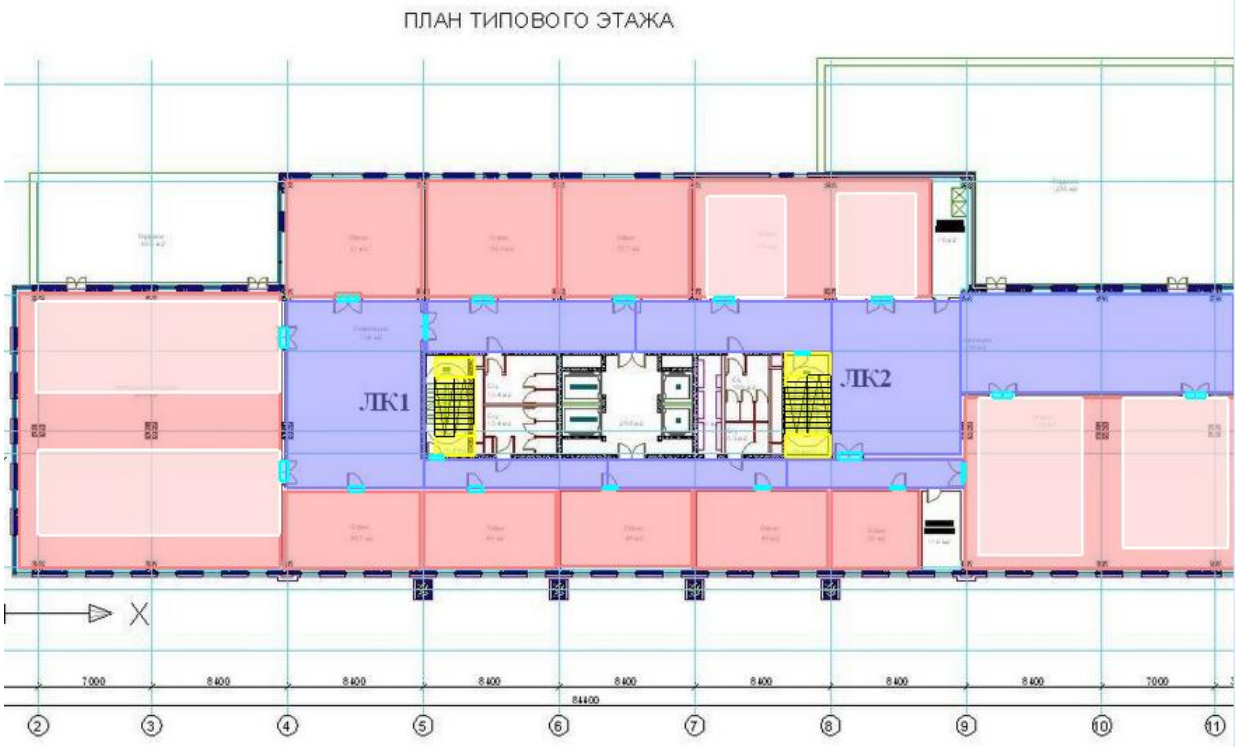
Если вы хотите удалить лестницу полностью (со всех этажей), используйте кнопку Del на клавиатуре или кнопку «Удалить объект топологии» на панели инструментов. Если вы хотите удалить лестницу только на одном этаже, используйте пункт контекстного меню «Удалить на текущем этаже».



Подробнее о работе с лестницами можно прочитать в «Руководстве пользователя».

Замечание: лестница предназначена для соединения этажей между собой. Для других спусков/подъемов используйте рампу.

Аналогичным образом создайте лестницу ЛК2.



Лестница, создаваемая по шаблону, имеет наклон 1:2. Чтобы изменить наклон марша, разгруппируйте лестницу и отредактируйте марш.

По умолчанию наклон марша фиксирован – при изменении перепада высот изменяется длина марша и наоборот. Чтобы изменять длину и перепад высот независимо друг от друга, необходимо снять галку «Фиксировать угол наклона марша» на вкладке «Умолчания» - «Лестницы» в окне «Настройки» меню «Сервис».

При редактировании лестницы обязательно проверяйте наличие соединений между маршами и площадками с помощью кнопки «Показать соединения» (6.2.1.6). Проверяйте соответствие уровней между площадками и маршами.

При соединении лестницы с объектами этажа следите, чтобы соединение происходило с правильной площадкой.

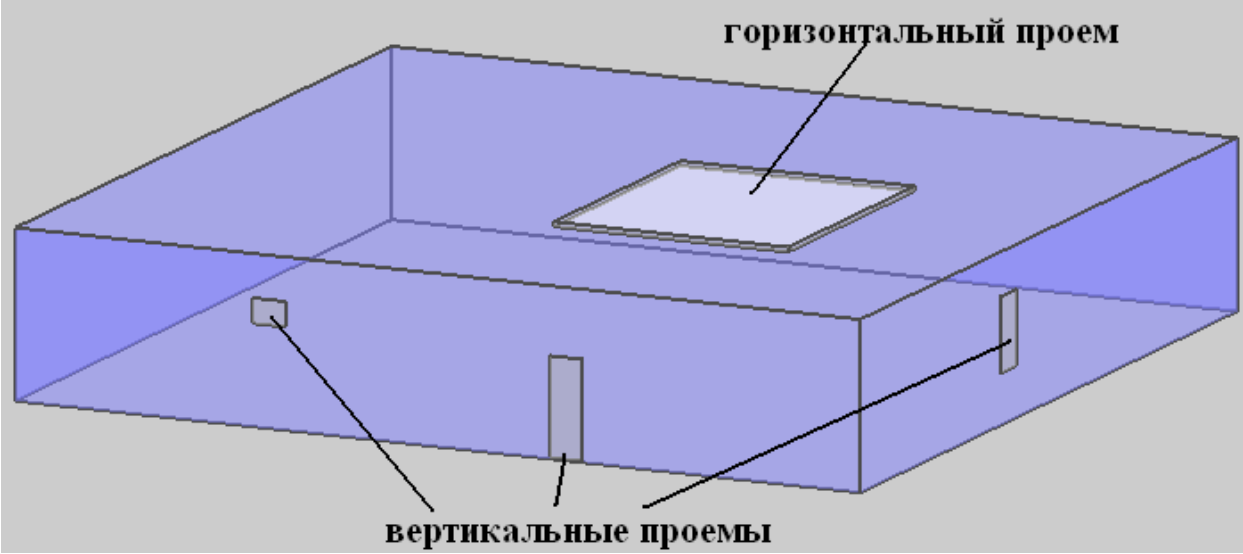
6.2.2.10. Проемы

Объекты «Вертикальный проем» и «Горизонтальный проем» не участвуют в расчетах эвакуации и имеют значение только для расчета распространения ОФП. Проемы могут использоваться для моделирования окон, неплотностей стен, клапанов систем вентиляции, отверстий в перекрытиях.

Проемы называются вертикальными, если располагаются на стене, и горизонтальными, если располагаются на полу или потолке.

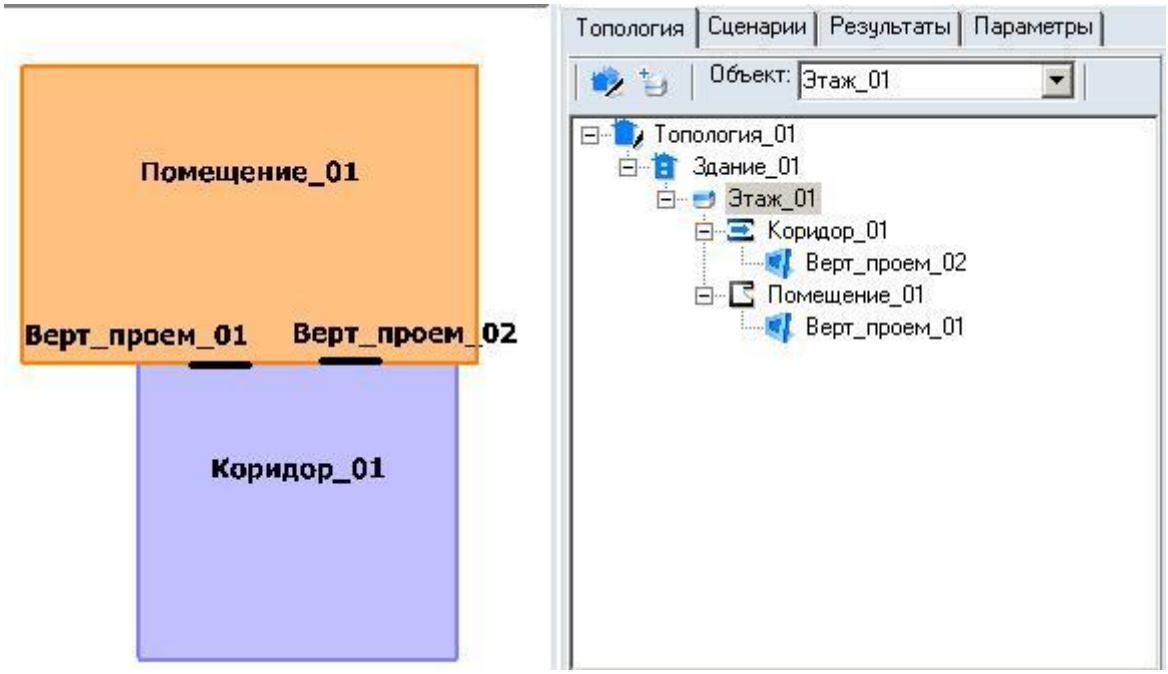
Вертикальные проемы рисуются по аналогии с дверью, на контуре с помощью кнопки «Добавить вертикальный проем» . Они служат для задания окон, клапанов дымоудаления.

Горизонтальные проемы рисуются как проходы в пределах помещения/коридора с помощью кнопки «Добавить горизонтальный прем» . Они служат для задания отверстий в перекрытии, клапанов дымоудаления.



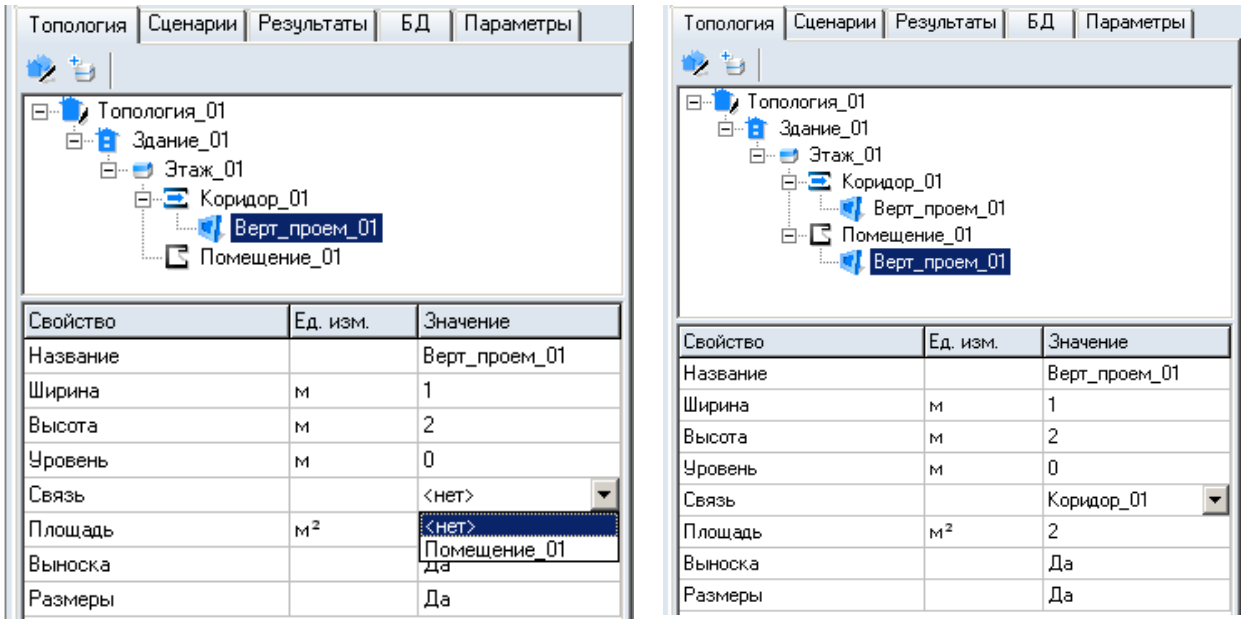
Кроме обычных свойств — длины, ширины, высоты, уровня, — проемы имеют свойство «Связь». Если в свойстве «Связь» стоит «нет», считается, что помещение/коридор соединены с окружающей средой.

Обратите внимание, что для проема, в отличие от двери, имеет значение, какому объекту он принадлежит. При этом для проема, созданного на границе двух объектов, связь автоматически не возникает.



На примере выше Вертикальный_проем_01 ведет из помещения в окружающую среду, Вертикальный_проем_02 ведет из коридора в окружающую среду.

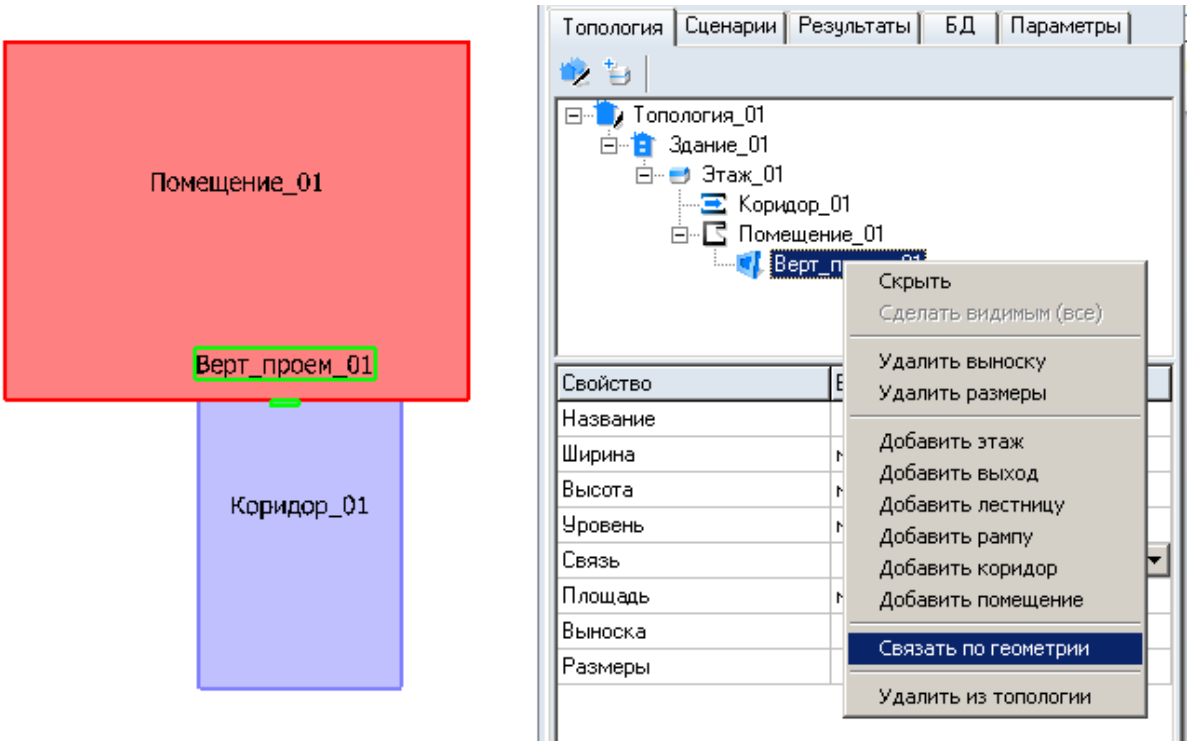
Для того чтобы соединить два объекта (помещения/коридора) проемом, необходимо указать название объекта в свойстве «Связь».



Тогда у соединенного объекта появится проем с тем же названием.

Проемы могут соединять несмежные помещения.

Чтобы соединить проемом смежные помещения (по вертикали или горизонтали), нужно выбрать в контекстном меню пункт «Связать по геометрии».



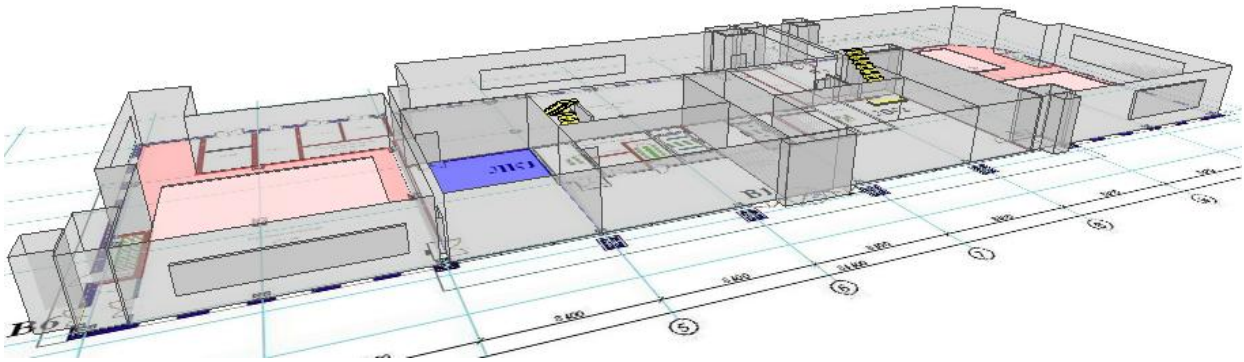
В зависимости от свойств «Связь» и «Тип проема» (в сценарии) проем может работать следующим образом:

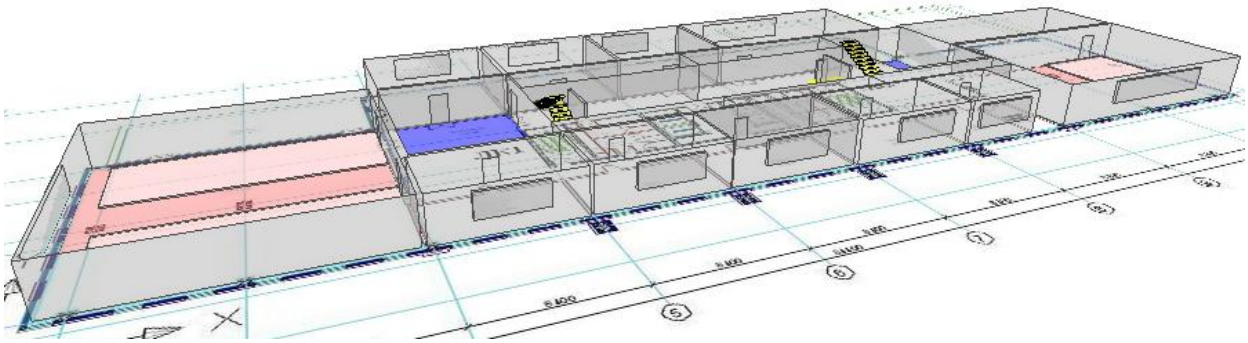
Тип проема в сценарии	Значение свойства «Связь»	
	Нет	Выбран объект
Проем	Проем представляет собой открытое отверстие, ведущее в окружающую среду (окно)	Проем представляет собой открытое отверстие, ведущее в выбранное помещение/коридор
Вентиляция-вытяжка	Удаление дыма происходит из помещения/коридора в окружающую среду	Удаление дыма происходит из помещения/коридора в выбранное помещение/коридор
Вентиляция-приток	Приток воздуха происходит в помещение/коридор из окружающей среды	Приток воздуха происходит в помещение/коридор из выбранного помещения/коридора

Обратите внимание, что если в одном помещении несколько окон, то можно задавать их одним вертикальным проемом.

Создайте во всех помещениях вертикальные проемы – они будут моделировать окна при моделировании ОФП. Также добавьте «окна» в лестницы.

Создайте на втором этаже под потолком два вертикальных проема размерами 1,2 × 0,4 (связь «нет») — они будут моделировать систему дымоудаления при моделировании ОФП.





Далее о проемах см. п. 6.5.4 «Контроль давления» и п. 6.5.5 «Проемы и вентиляция».

6.2.2.11. Расчетная точка

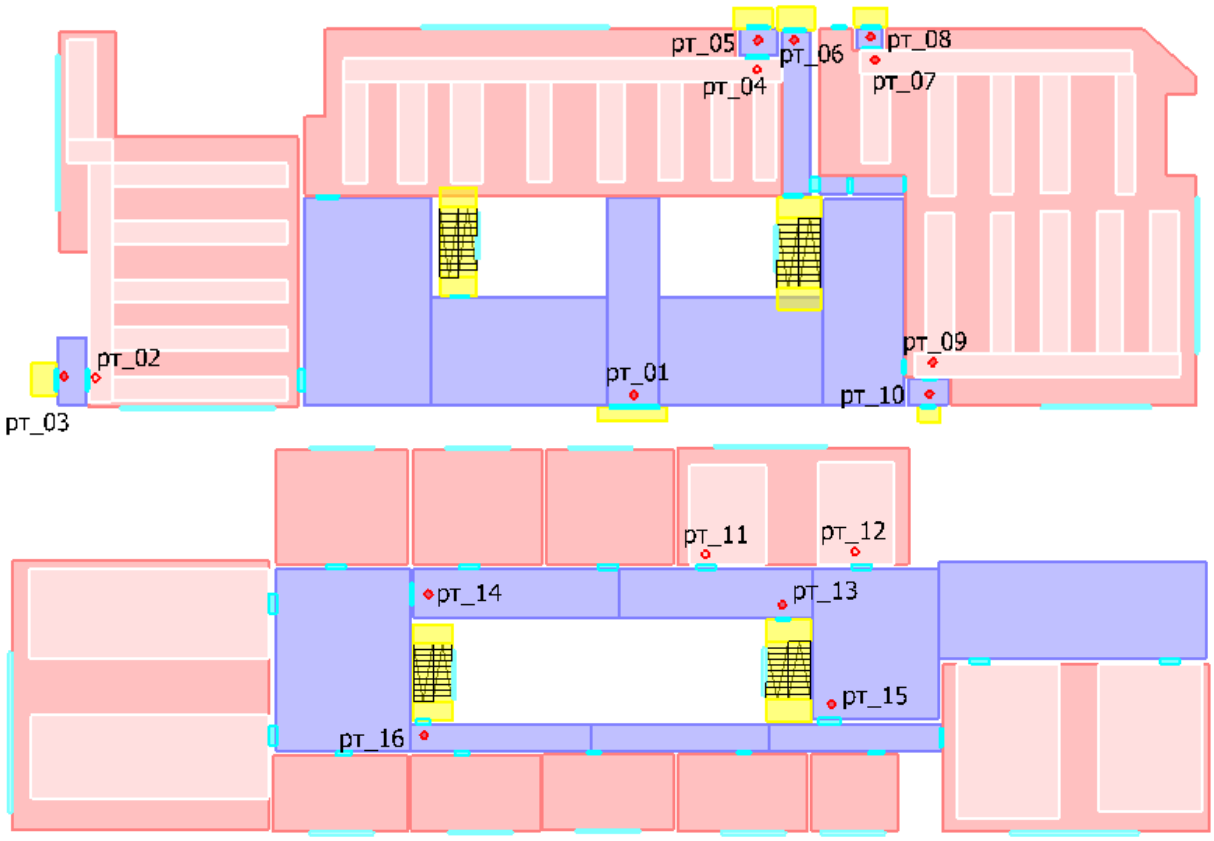
Расчетная точка отмечает место, в котором будет произведено сравнение значений времени эвакуации и времени блокирования опасными факторами пожара.

Если выделить помещение/коридор/лестничную площадку, то на панели инструментов активируются кнопки «Добавить расчетную точку» и «Разместить расчетную точку». Первая служит для создания новой точки, вторая — для изменения положения существующей либо для размещения точки, созданной в программе «СИТИС: Спринт».

Расчетная точка является дочерним объектом **помещения/коридора/лестничной площадки**, поэтому курсор будет двигаться только в пределах контура помещения/коридора/лестницы.

Количество и расположение расчетных точек зависит от конкретного сценария и объекта. Их количество неограниченно. Рекомендуется задавать расчетные точки перед дверьми, перед выходами и лестницами, перед сужениями коридоров – во всех местах, где есть необходимость проверить вероятность эвакуации.

Добавим расчетные точки в помещении пожара, в коридорах перед дверьми и лестницами, на лестничных площадках и перед выходами из здания.

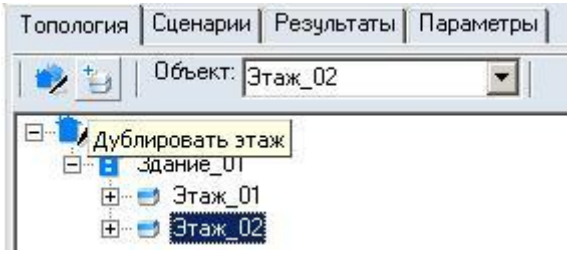


Если вы не создали расчетные точки, то при расчете развития ОФП в программе «СИТИС: Блок» и «СИТИС: ВИМ» результатов вы не получите. Также не будет возможности рассчитать риск в программе «СИТИС: Спринт».

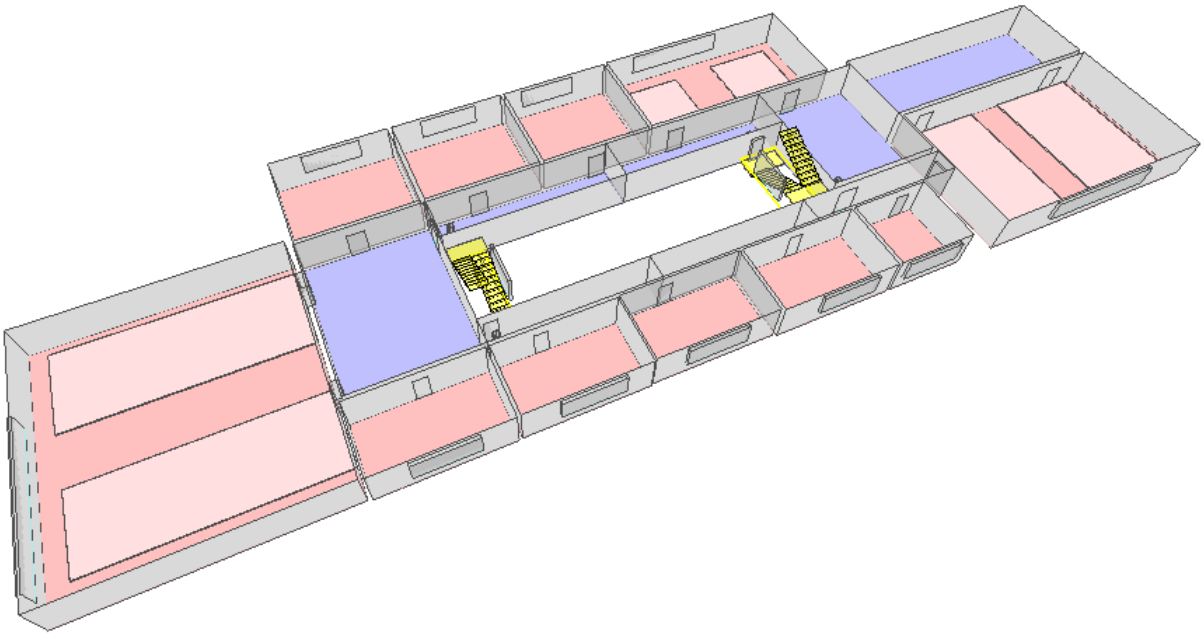
6.2.2.12. Копирование этажей

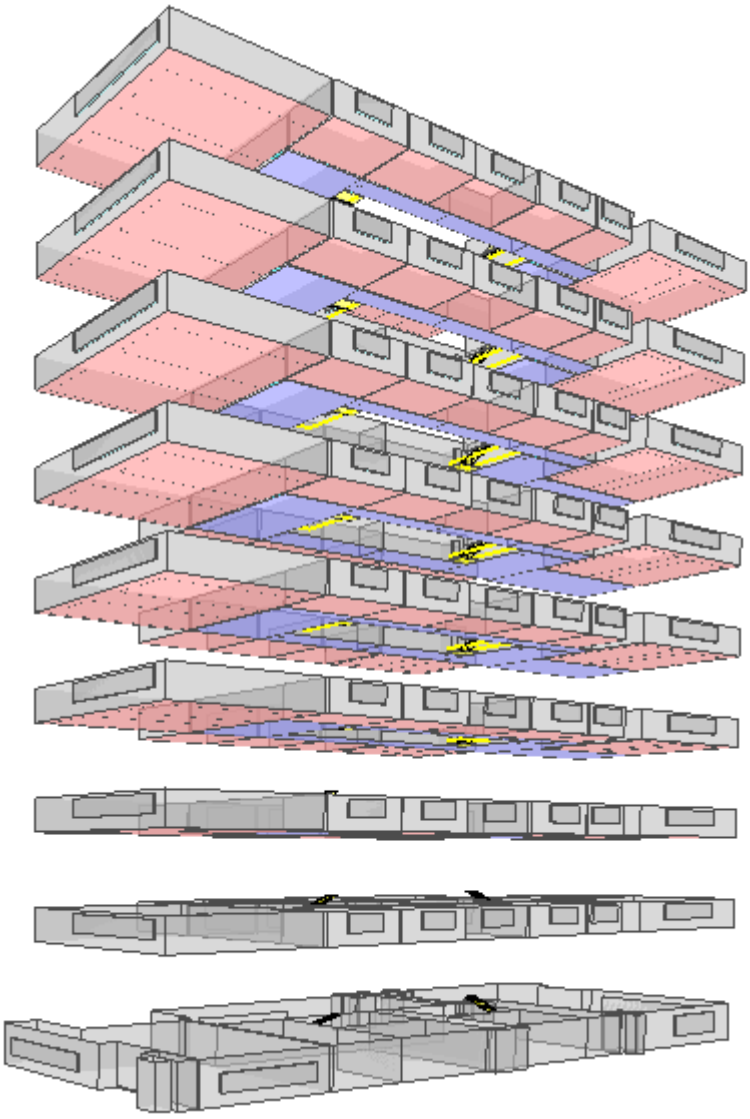
Теперь топология первого и второго этажей полностью определена.

Поскольку второй этаж является типовым, остальные этажи можно получить, скопировав второй этаж. Для этого выделите его в дереве объектов и нажмите кнопку «Дублировать этаж» :



Постройте таким образом все девять этажей.





При практической работе рекомендуется сначала проверить правильность построения топологии с помощью создания сценария и только затем дублировать этаж.

6.2.2.13. Топология

С помощью данного объекта можно отслеживать влияние различных планировочных решений на эвакуацию.

После того, как вы завершили создание одной топологии, нажмите кнопку «Дублировать топологию» на вкладке «Топология». Исходная топология будет полностью продублирована. Теперь можно внести изменения в планировочные решения — изменить размеры дверных проемов, коридоров, помещений и т.п.

Создав сценарии с одинаковым размещением людей, но разными топологиями, можно оценить влияние на эвакуацию того или иного планировочного решения.

6.3. Шаг 3. Построение расчетного сценария эвакуации в «СИТИС: Флоутек»

После того как топология построена, можно переходить к составлению расчетного сценария эвакуации. Перед началом расчета нужно определить, сколько человек находится в каждом помещении и какими выходами/лестницами воспользуются люди в данном сценарии эвакуации. Эти данные определяются по заданию на расчет и служат исходными данными для расчета.

Для сценария пожара № 1:

Проектный пожар возникает на первом этаже в холле возле лестницы ЛК1, в осях 4-6/В-Г.

Количество людей в помещениях принять согласно исходным данным.

Посетители и персонал помещений первого этажа эвакуируются через обособленные выходы непосредственно наружу из здания. Эвакуация людей с офисных этажей осуществляется по эвакуационной лестничной клетке ЛК2. При выполнении расчета принять, что центральный выход В1 и лестничная клетка ЛК1 условно блокированы.

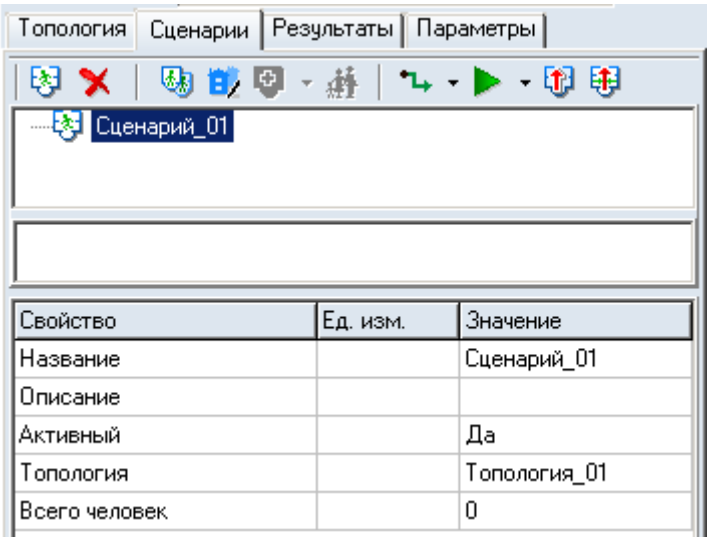
В здании предусмотрена система оповещения людей о пожаре 4 типа. Интервал времени от возникновения пожара до начала эвакуации принять:

- для офисных помещений – 1,5 мин;
- для помещений торговли и кафе 1 мин.

6.3.1. Создание сценария

Откройте программу «СИТИС: Флоутек» и перейдите на вкладку «Сценарии».

Создайте сценарий с помощью кнопки «Добавить сценарий» .



Свойство «Всего человек» у объектов «Сценарий», «Этаж», «Выход», «Лестницы» служит только для информации – показывает, сколько человек находится в данном объекте. Свойство является нередактируемым. Количество людей задается отдельно для каждого объекта (см.п.6.3.1.5).

Построение пути эвакуации состоит из следующих этапов:

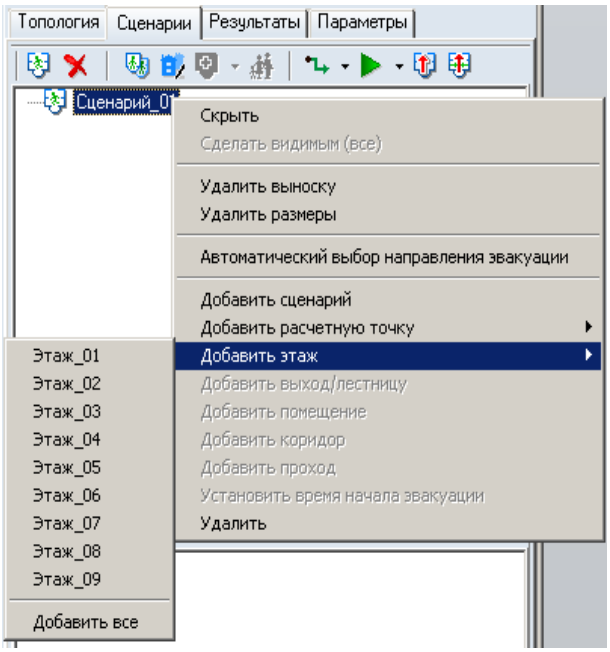
1. Добавить в сценарий необходимые этажи.
2. Добавить в сценарий «конечные точки движения потока» - выходы и лестницы.
3. Добавить в сценарий «источники людей» - помещения, проходы, коридоры, объекты «люди».
4. Определить свойства «источников людей».
5. Добавить в сценарий расчетные точки.
6. Задать время начала эвакуации.

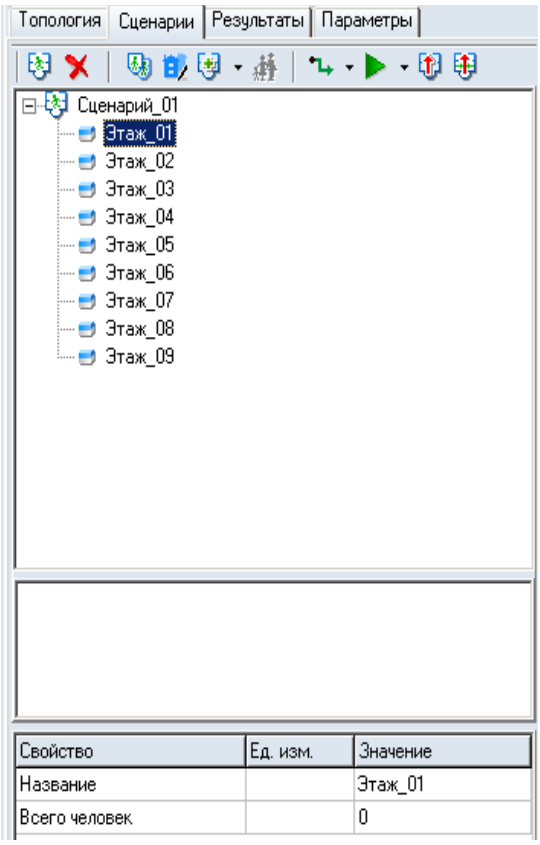
Теперь подробнее о каждом этапе.

6.3.1.1. Добавлений этажей в сценарий

Этажи в сценарий можно добавить через контекстное меню.

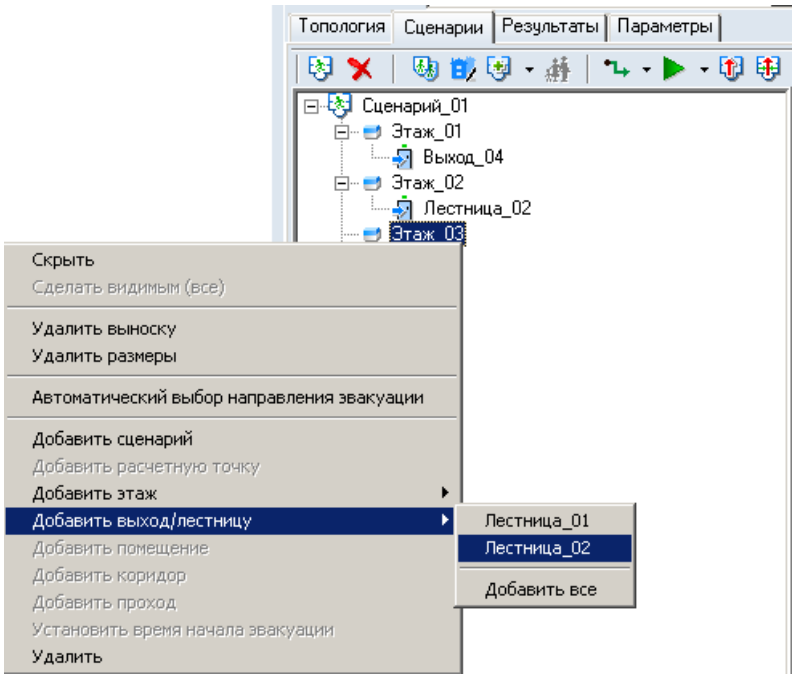
Этажи можно добавить как все сразу, так и добавлять по одному.



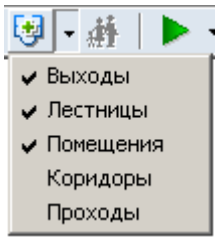


6.3.1.2. Выходы и лестницы

Построение пути эвакуации для каждого этажа начинается с «конечной точки» - с объекта, к которому будут направлены людские потоки. Таким объектом может быть либо выход (в рассматриваемом примере — для первого этажа), либо лестница (в рассматриваемом примере — для всех остальных этажей).



Объекты в сценарий можно добавлять на сцене с помощью кнопки «Добавить объекты в сценарий» либо через контекстное меню. В выпадающем списке этой кнопки можно выбрать, какие элементы эта кнопка будет добавлять:



Рекомендуется добавлять выходы и лестницы по очереди, по мере построения сценария. Если в сценарий добавлен выход/лестница, к которым не добавлено ни одного человека, то при расчете сценария возникнет ошибка «В сценарии не должно быть пустых выходов» (см. п. 6.3.10). При возникновении ошибки посмотрите, не добавлены ли лишние выходы, добавьте к добавленным выходам нужные помещения/коридоры, из которых идут люди.

Добавляйте в сценарий только те выходы и лестницы, которыми в данном сценарии воспользуются люди. Если по заданию на расчет лестница ЛК1 блокирована, то в сценарий ее включать не нужно.

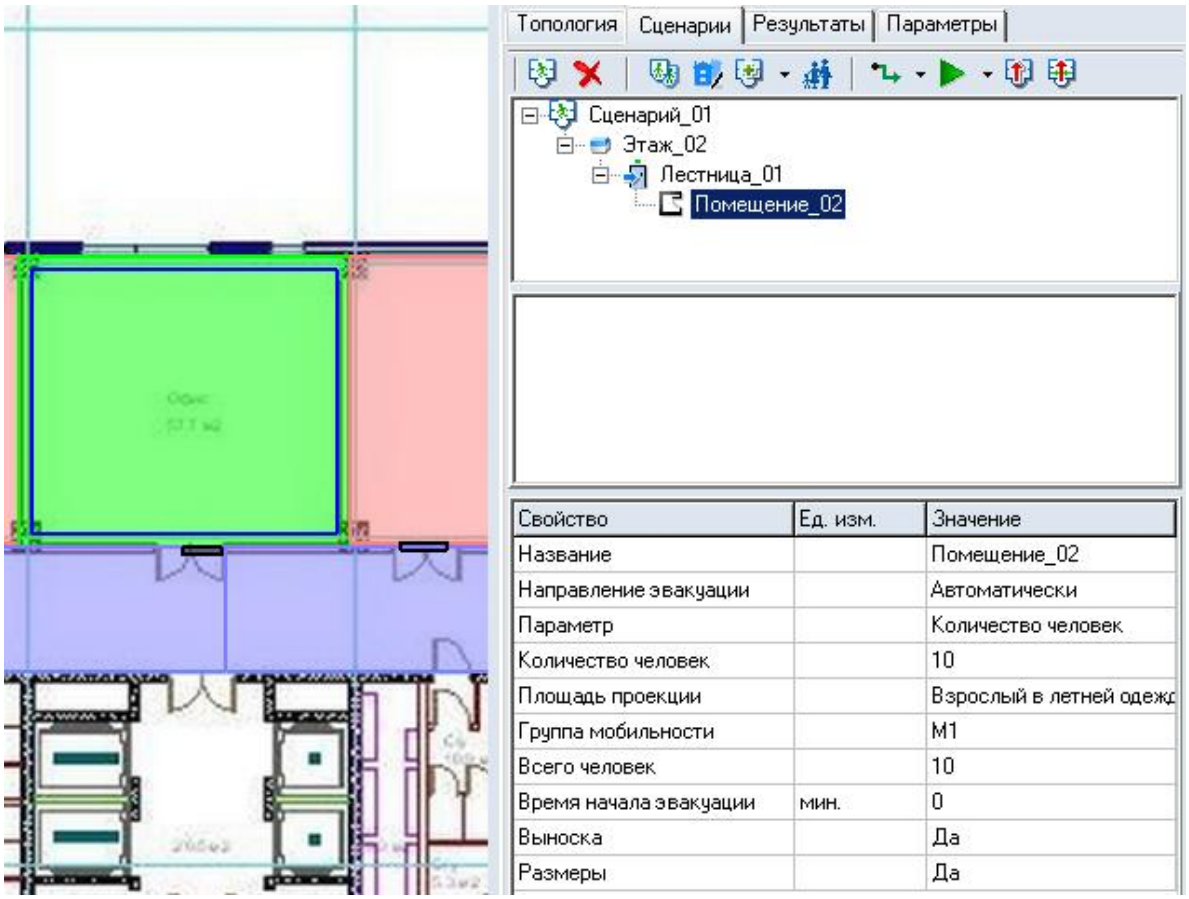
6.3.1.3. Помещения, проходы, коридоры

Теперь к каждой «конечной точке» нужно добавить «источники людей».

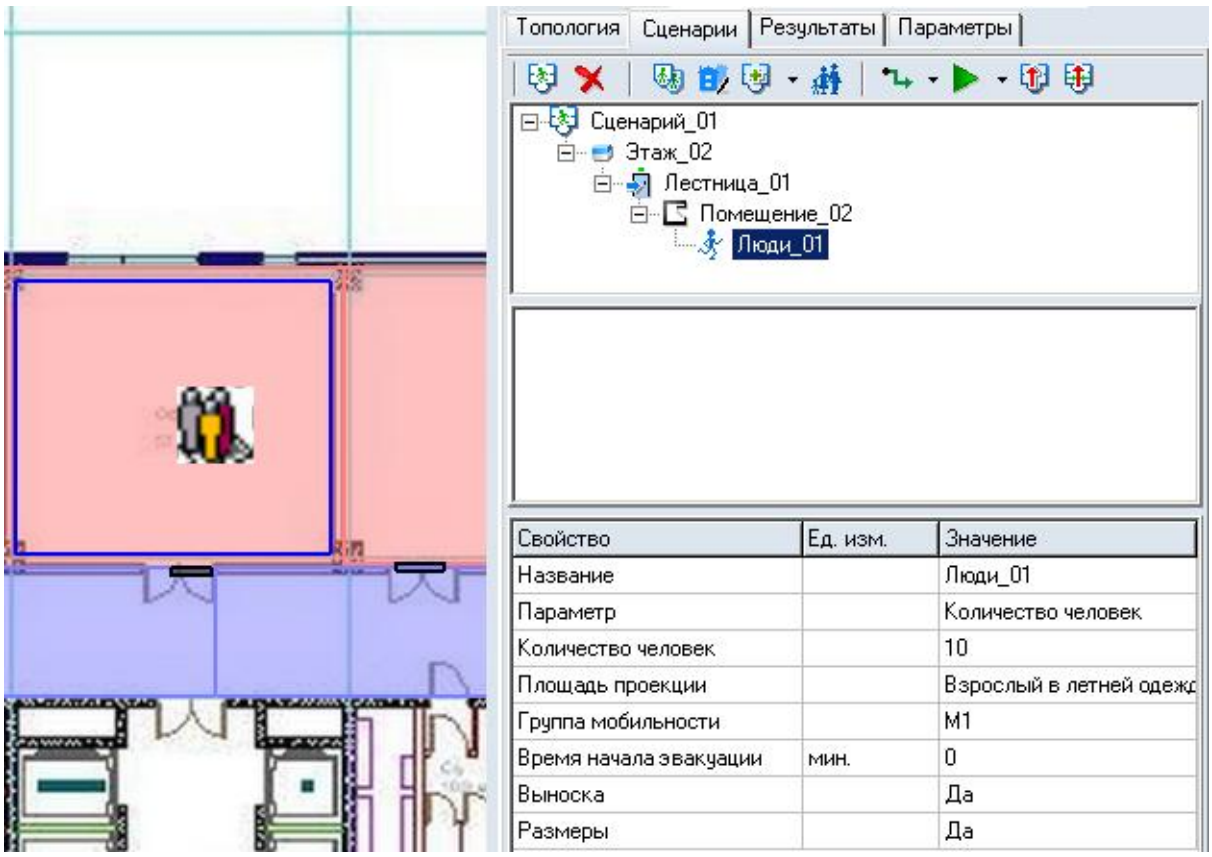
«Источниками людей» могут быть помещения, проходы и коридоры.

Есть два варианта добавления людей в сценарий:

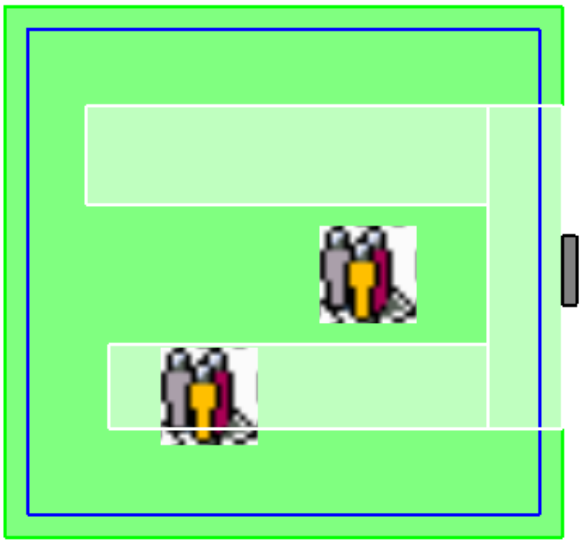
1) в свойствах объекта (помещения, коридора, прохода);

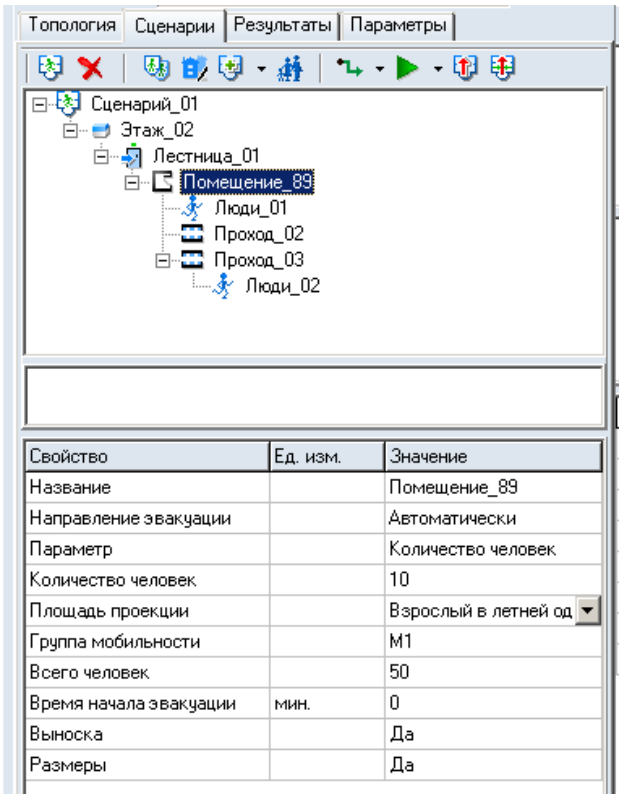


2) с помощью кнопки «Добавить людей» , разместить объект «Люди» в помещении, коридоре, проходе.



Можно использовать оба способа одновременно:



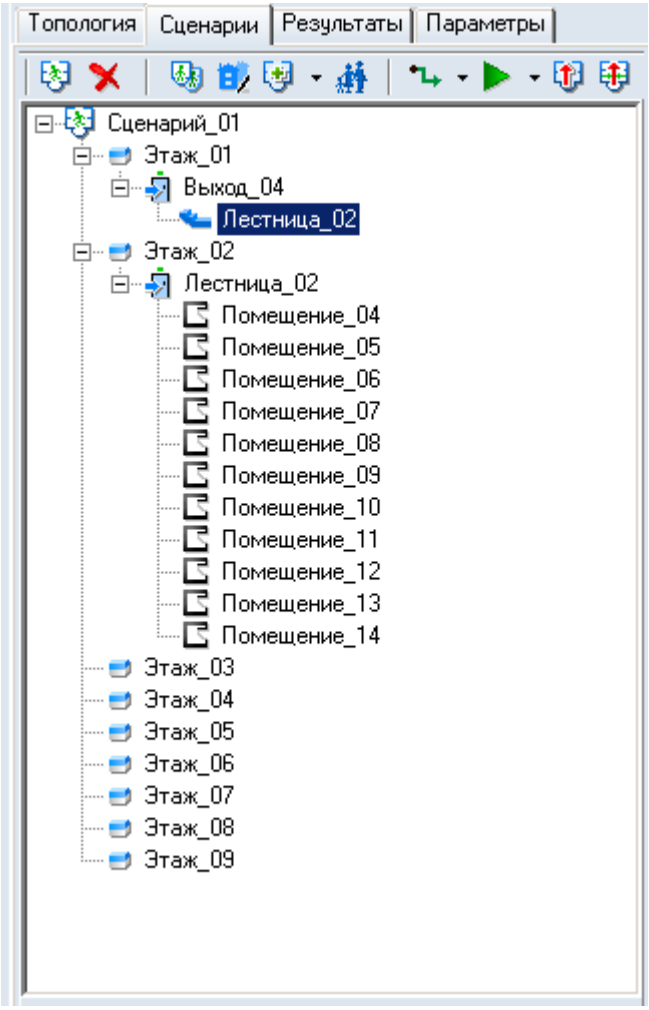


Люди при этом суммируются.

Добавлять в сценарий коридоры и проходы, по которым идет эвакуация, но в которых нет людей, - не обязательно. Добавлять в сценарий помещения, через которые идет эвакуация **обязательно**, даже если в них нет людей.

6.3.1.4. Еще раз о лестнице

Лестница – особый объект. На втором этаже лестница является «конечной точкой» движения людей. На первом этаже лестница является «источником людей», поэтому на первом этаже лестницу нужно добавить к выходу наравне с другими участками формирования потока:



Обратите внимание, что на первом этаже лестница является подчиненным объектом выхода, на втором этаже и далее — подчиненным объектом этажа. Это положение и определяет ее функцию: «конечная точка» или «источник людей».

Даже если на одном из промежуточных этажей люди на лестницу не идут, то в сценарий на этом этаже ее все равно нужно добавлять. Иначе будет нарушена целостность движения людей по лестнице.

Добавьте в сценарий все этажи, на каждом этаже отправьте людей из помещений на лестницу ЛК2.

6.3.1.5. Свойства людей

Теперь нужно описать свойства «источников людей» — количество людей, площадь проекции, группу мобильности (информация берется из задания на расчет):

Свойство	Ед. изм.	Значение
Название		Люди_12
Параметр		Количество человек
Количество человек		10
Площадь проекции		Взрослый в летней одежд
Группа мобильности		М1
Время начала эвакуации	мин.	0,5
Выноска		Да
Размеры		Да

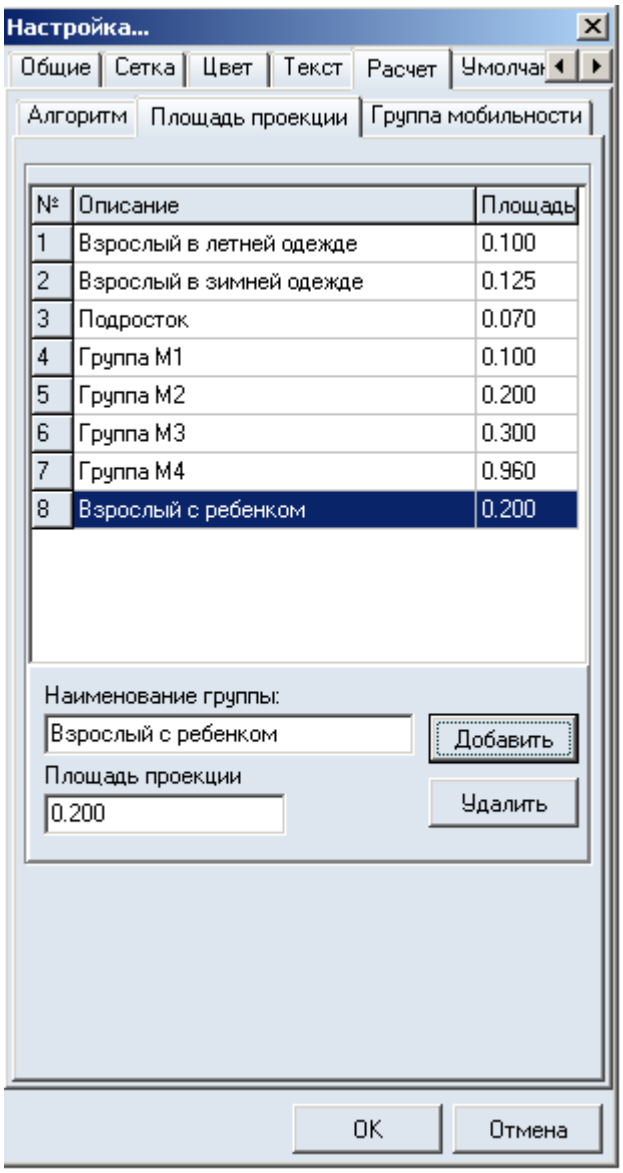
Количество людей можно задавать как с помощью параметра «Количество человек» (в этом случае надо задать непосредственно количество людей в помещении), так и с помощью параметра «Плотность» (в этом случае надо задать, сколько квадратных метров приходится на одного человека), и программа автоматически рассчитает количество людей в помещении в зависимости от его площади.

Свойство	Ед. изм.	Значение
Название		Помещение_01
Параметр		Количество человек
Количество человек		Количество человек Плотность
Площадь проекции		Взрослый в летней одежд
Группа мобильности		М1
Всего человек		70
Время начала эвакуации	мин.	0,5
Выноска		Да
Размеры		Да

Площадь проекции можно выбирать из списка.

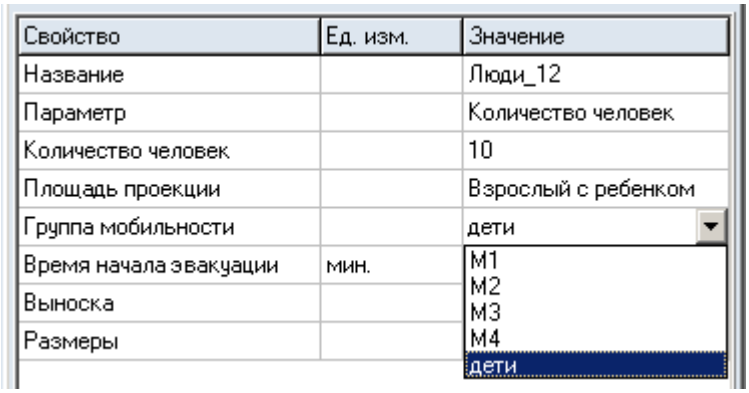
Свойство	Ед. изм.	Значение
Название		Помещение_01
Параметр		Количество человек
Количество человек		0
Площадь проекции		слый в летней одежде
Группа мобильности		Взрослый в летней одежде Взрослый в зимней одежде Подросток Группа М1 Группа М2 Группа М3 Группа М4
Всего человек		
Время начала эвакуации	мин.	
Выноска		
Размеры		

Пользователь может задать произвольную площадь проекции. Для этого в пункте меню «Сервис» → «Настройка» на вкладке «Расчет» нужно ввести наименование группы и площадь проекции и нажать кнопку «Добавить».



Также можно задать пользовательскую группу мобильности. Для этого в пункте меню «Сервис» → «Настройка» на вкладке «Расчет» нужно ввести наименование группы, нажать кнопку «Добавить» и в появившемся окне задать параметры движения.

После этого можно выбрать добавленную площадь проекции или группу мобильности.



Задавайте параметры и количество людей в соответствии с заданием на расчет:

2 этаж	• В торговых помещениях: • посетители – 192 чел (из расчета 3 м^2/чел.) • в том числе 5% ММГН – 10 человек • из них 5% М4 – 1 человек; • 15% М3 – 2 человека; • 80% М2 – 7 человек. • персонал – 22 человека (из расчета 25 м^2/чел.) • в кафе – 50 чел **Итого человек на этаже: 265**
2–9 этаж	В офисах: 144 чел (из расчета 6 м^2/чел.) **Итого человек на этаже: 144**
Итого в здании: 1417 человек	

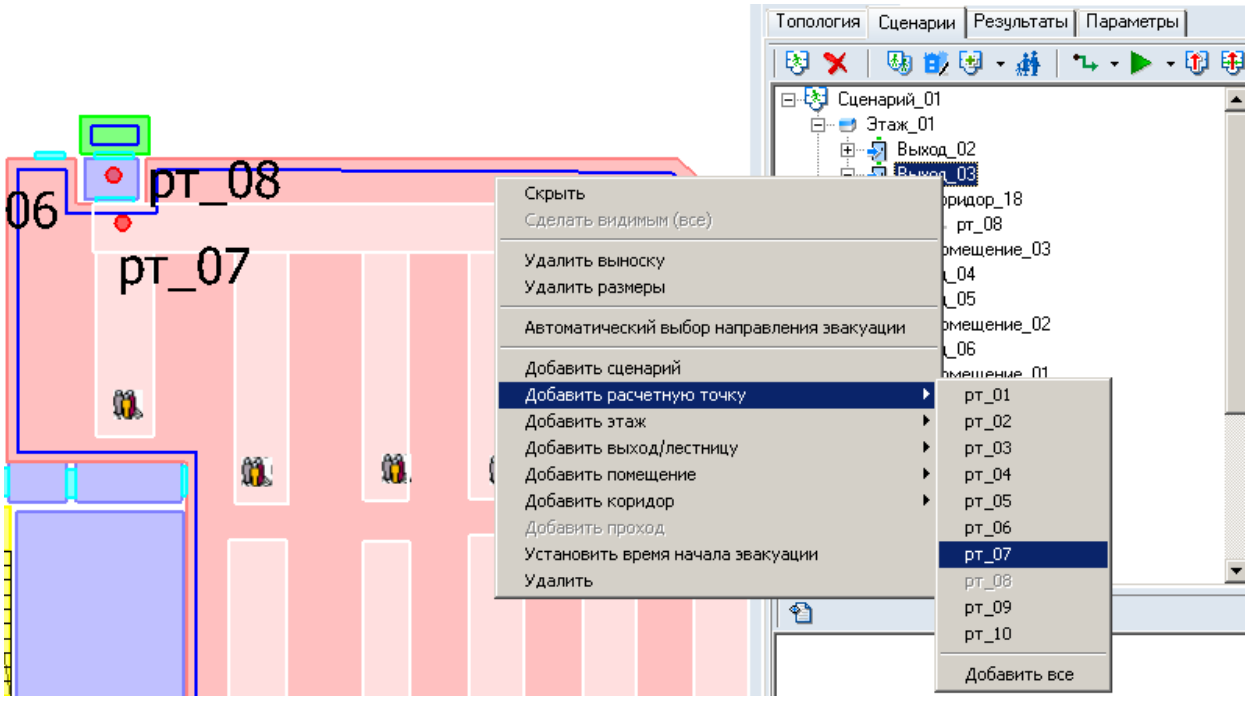
Помните, что людей различных групп мобильности нужно размещать в отдельных проходах. При необходимости создайте в топологии дополнительные проходы.

Если из одного объекта (помещение, коридор, проход) люди идут к разным выходам, то задавать людей нужно не в свойствах, а с помощью объекта «Люди».

Для упрощения работы используйте настройки по умолчанию (меню «Сервис» - «Настройки», вкладка «Умолчания» - вкладки «Помещение», «Люди», «Проходы», «Коридоры»).

6.3.1.6. Расчетные точки

Добавим в сценарий расчетные точки:



Добавлять расчетные точки нужно именно к тому выходу/лестнице, к которому идут люди через эту точку.

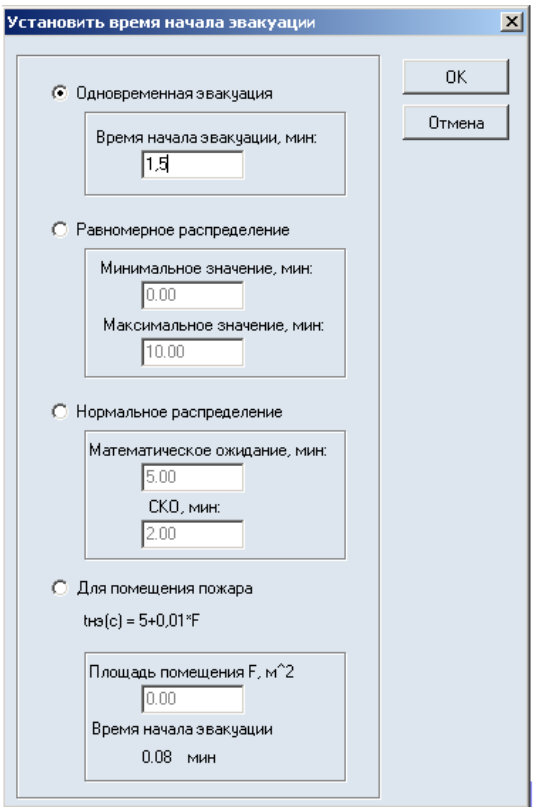
Расчетные точки, добавленные к неверным выходам/лестницам, могут вызвать ошибки в расчете или показать неверные результаты.

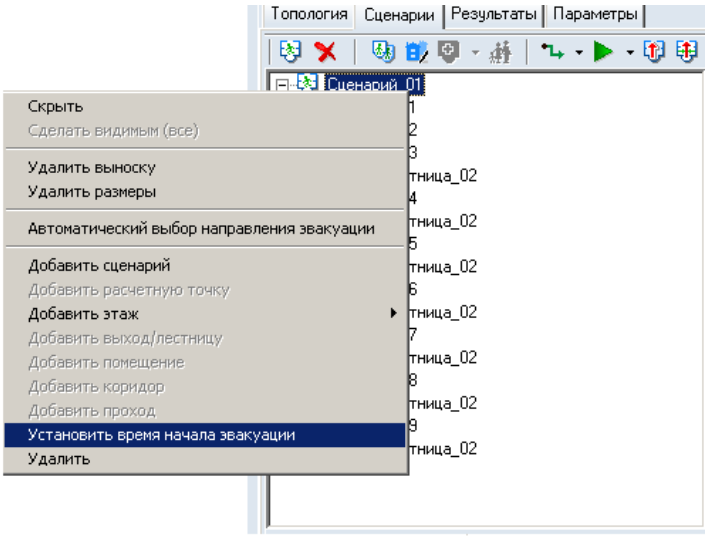
Если вы не добавили расчетные точки в сценарий, то не сможете рассчитать риск в программе «СИТИС: Спринт».

6.3.1.7. Время начала эвакуации

Отдельно отметим параметр **«Время начала эвакуации»**, который задает время, прошедшее между началом пожара и началом эвакуации людей. Этот параметр моделирует работу системы оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей.

Задать задержку начала эвакуации можно для любого объекта сценария: сценарий, этаж, выход, лестница, помещение, люди. Если задать задержку эвакуации для «главного» объекта, то все вложенные объекты будут иметь это же значение.





Если вы выполняете расчет в соответствии с *Методикой*, используйте флажок «одновременная эвакуация». В этом случае люди в заданных объектах сценария начнут эвакуацию одновременно через заданное время.

Если вы хотите использовать «равномерное распределение» либо «нормальное распределение», сначала ознакомьтесь со смыслом задаваемых параметров в любом справочнике по математической статистике.

Задавайте время начала эвакуации в соответствии с заданием на расчет:

для всех офисных помещений 1,5 мин,

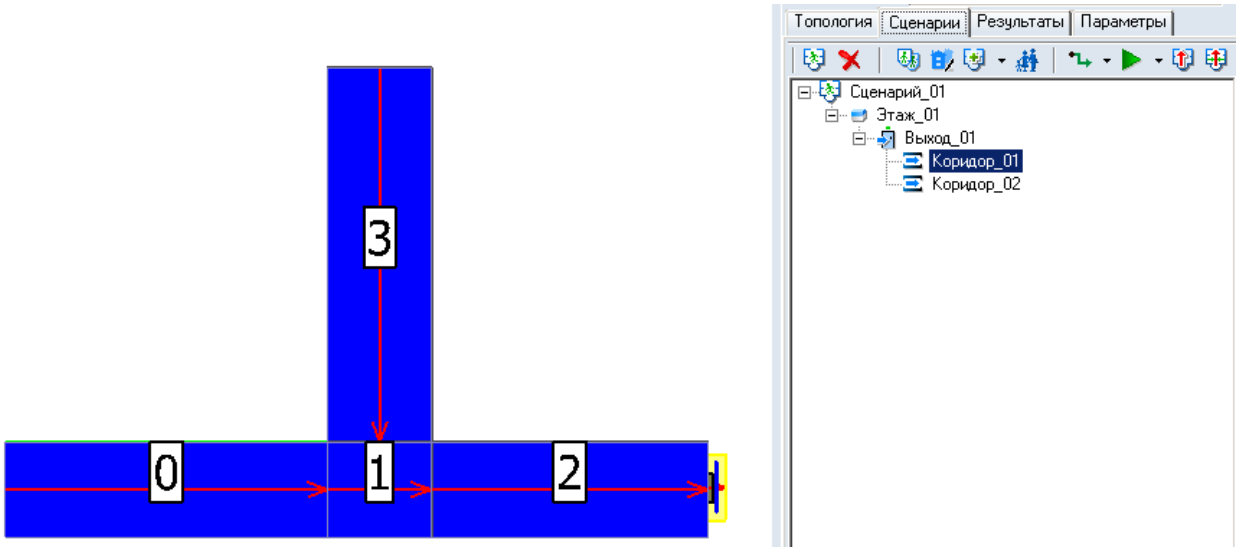
для торговых помещений и кафе 1 мин.

При построении второго сценария (пожар на втором этаже в офисе) для Помещения_07 (помещение пожара) можно использовать пункт «Для помещения пожара». Для этого в исходных данных или в топологии нужно узнать площадь помещения и выбрать данный пункт. Время начала эвакуации будет рассчитано автоматически.

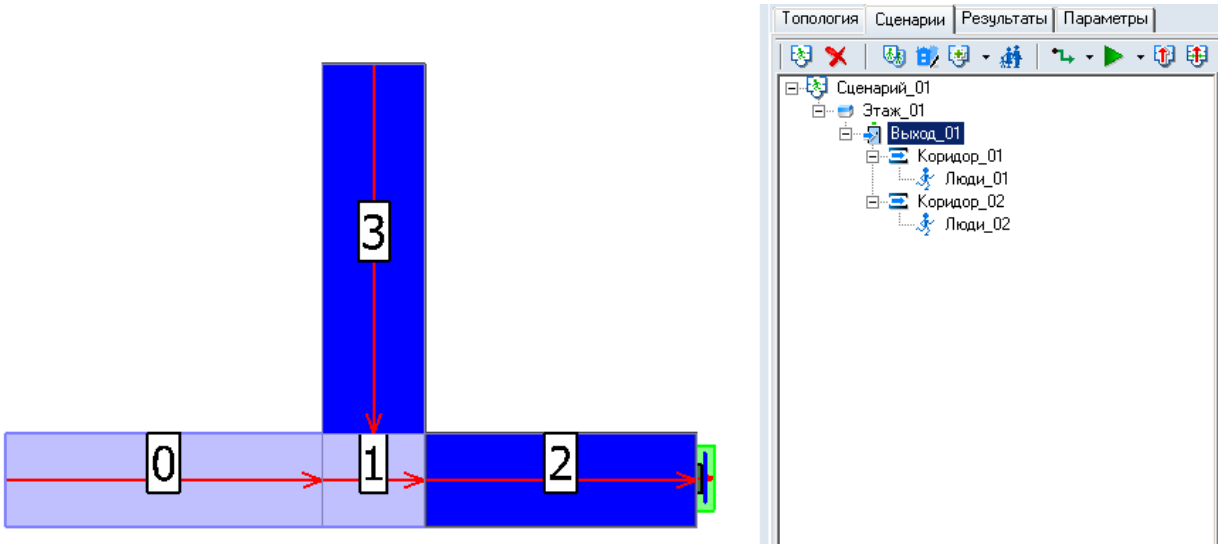
Сценарий эвакуации для первого сценария пожара создан.

6.3.2. Дополнительная информация: Распределение людей по объектам топологии

Люди, добавленные в свойства помещения, коридора или прохода, равномерно распределяются по объекту:

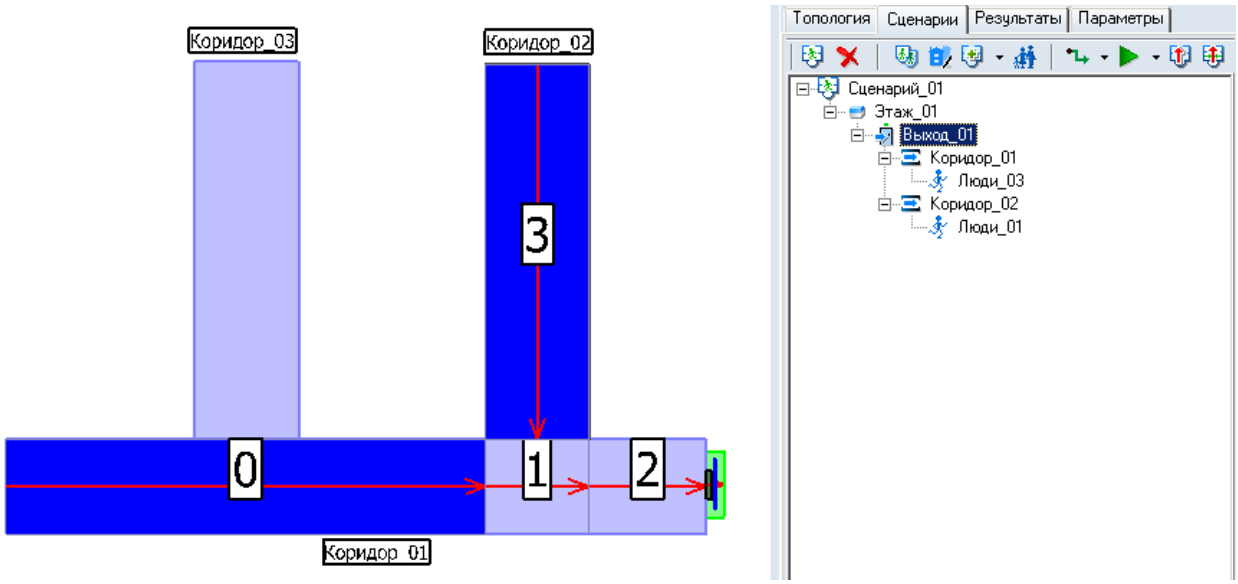


Люди, добавленные объектом «Люди», распределяются по участку пути (в упрощенно-аналитической и имитационно-стохастической моделях одинаково).

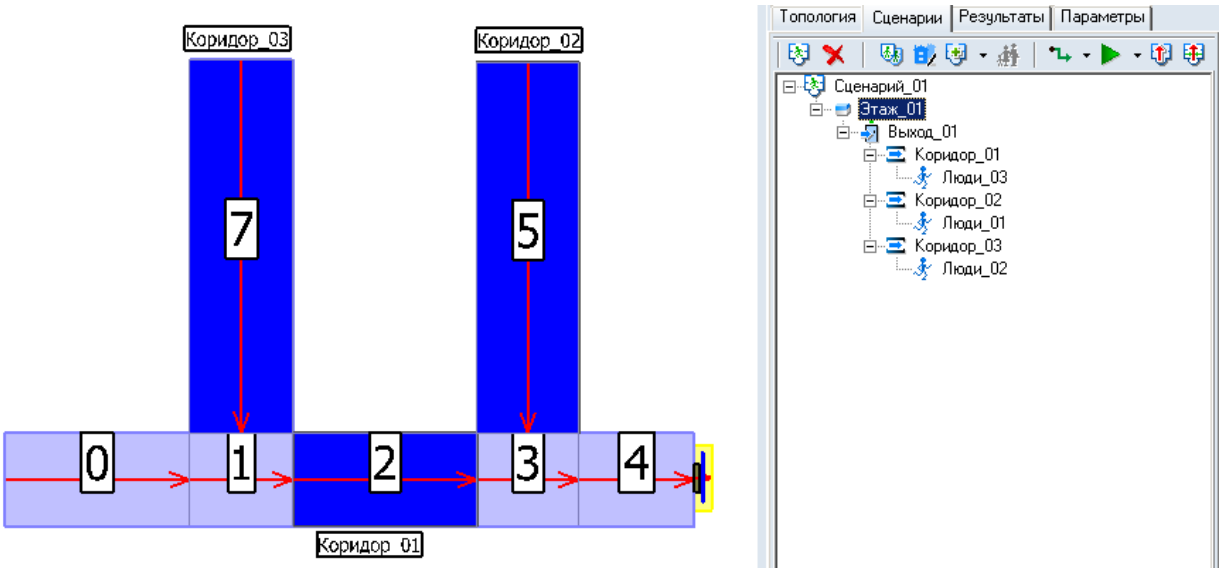


Соответственно, положение людей, размещенных с помощью объекта «Люди», существенно зависит от разбиения на участки и может отличаться от сценария к сценарию для одних и тех же объектов.

Например, люди, добавленные в коридор_01, распределены следующим образом:



а если добавить людей в коридор_03, то распределение людей по коридору_01 изменится:

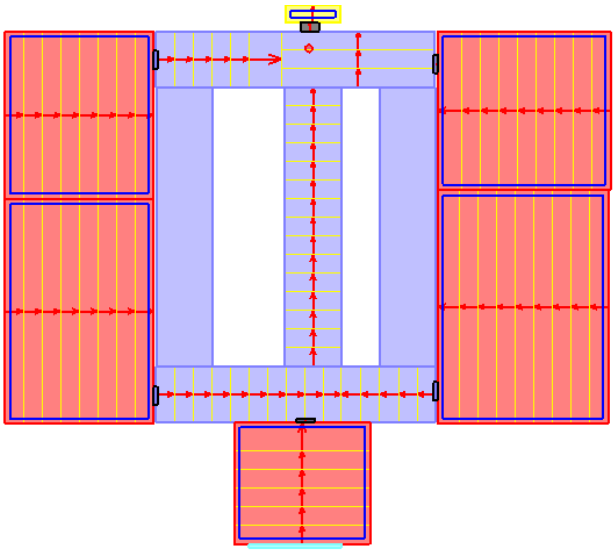


При размещении объектов «Люди» необходимо внимательно проверять распределение людей.

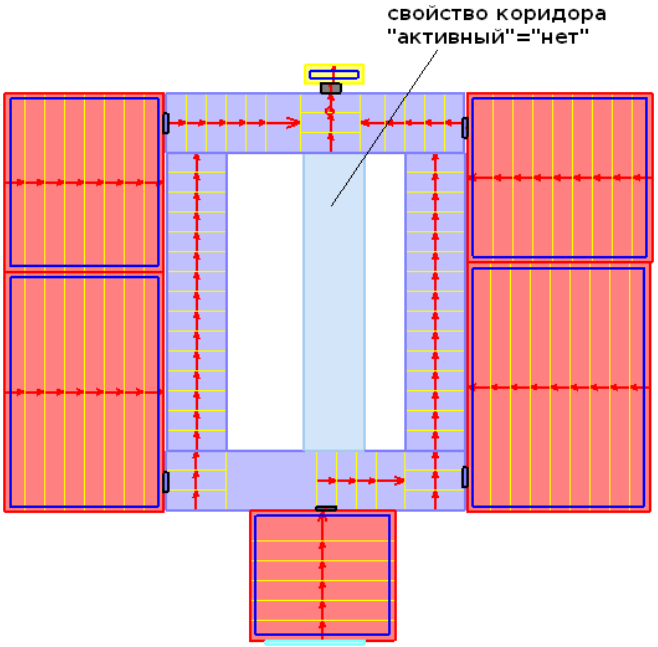
6.3.3. Дополнительная информация: Свойство «Активный»

Можно корректировать, по какому пути пойдут люди, с помощью свойства «активный» коридоров и проходов. Следующие рисунки иллюстрируют эту возможность:

При «обычном» задании сценария (без использования свойства «активный») люди идут по кратчайшему пути.



Однако, если по некоторым причинам нужно пустить людей по другому пути, можно добавить в сценарий коридор и задать ему свойство «активный» = «нет». Тогда люди будут выбирать кратчайший путь из оставшихся.

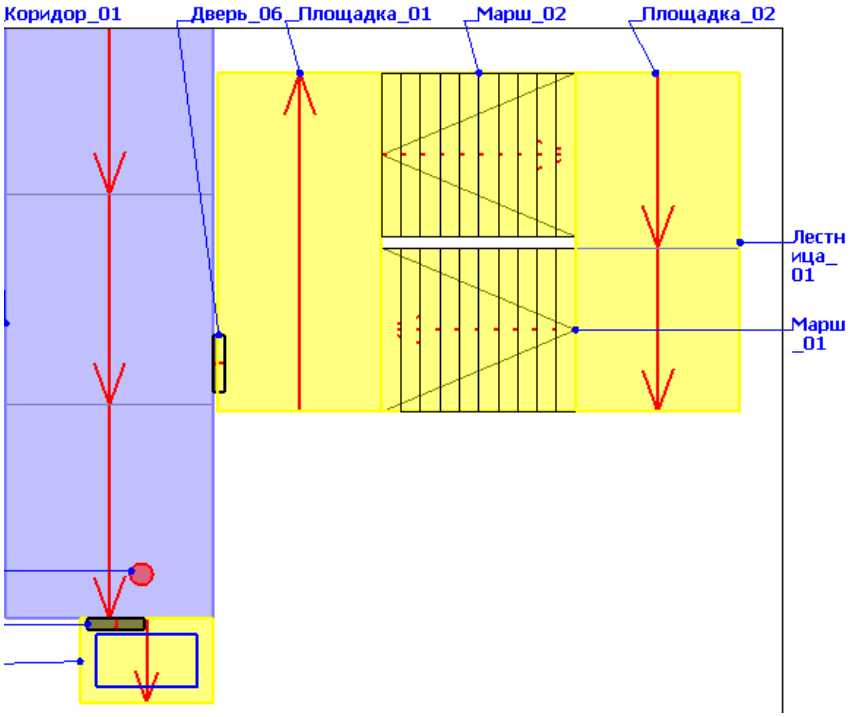


Если в топологии существуют замкнутые коридоры и проходы, то для однозначного задания пути эвакуации можно использовать свойство «активный».

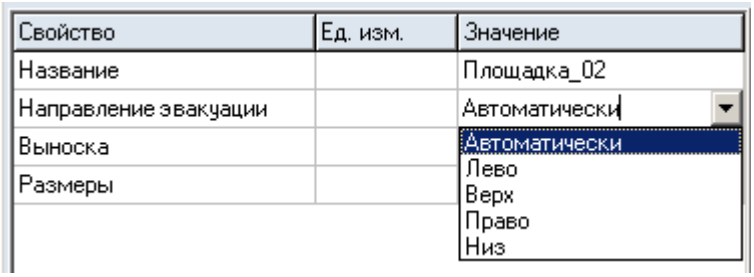
6.3.4. Дополнительная информация: Свойство «Направление эвакуации»

Программа выбирает направление движения по участку автоматически. Однако в некоторых случаях выбранное направление оказывается неверным либо «нежизненным». Например, на рисунке ниже

направление движения по Площадке_01 нелогично — в данном случае люди будут двигаться поперек площадки.



Для исправления этой ситуации можно использовать свойство объектов «Направление эвакуации». Данное свойство имеют следующие объекты: помещения, коридоры, проходы, выходы, марши и площадки.



По умолчанию у всех объектов свойство «Направление эвакуации» имеет значение «Автоматически». В случае необходимости задать направление можно, выбрав его из списка.

Для возвращения всем объектам автоматического расчета направления эвакуации нужно кликнуть правой кнопкой мыши по сценарию, этажу, выходу или другому объекту и в контекстном меню выбрать команду «Автоматический выбор направления эвакуации».

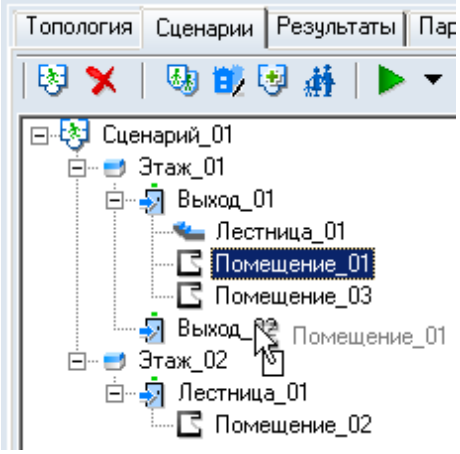
Добавлять в сценарий марши и площадки имеет смысл только тогда, когда необходимо изменить направление эвакуации по этому объекту.

6.3.5. Дополнительная информация: перемещение объектов

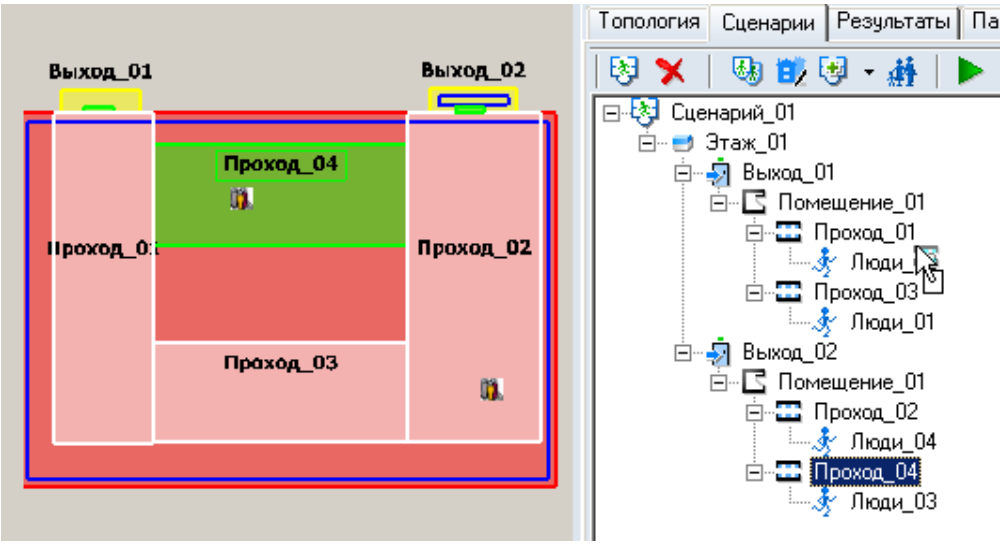
Сценарий для второго сценария пожара можно создать аналогично первому: добавить выходы, лестницы, задать свойства людей, время начала эвакуации.

Однако, учитывая, что сценарии отличаются друг от друга только выходом/лестницей, к которым движутся люди, можно просто скопировать сценарий, используя кнопку «Дублировать сценарий» , и внести необходимые изменения.

Для изменения направления движения потока к другому выходу удобно воспользоваться возможностью перемещения мышью в дереве сценариев объектов «Помещение» и «Коридор» из одного выхода в другой. Перемещение разрешено в пределах одного этажа.



Кроме того, существует возможность перемещать объект «Проход» из помещения одного выхода в это же помещение другого выхода.



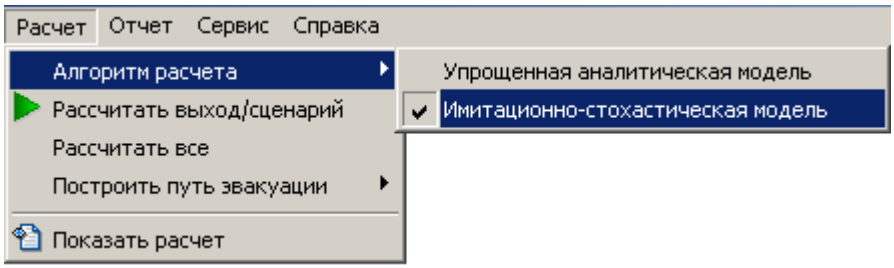
Постройте второй сценарий с помощью перемещения объектов из ЛК2 в ЛК1.

6.3.6. Выбор модели расчета

Перед выполнением расчета прежде всего нужно решить, с помощью какой модели будет выполнен расчет. СИТИС «Флоутек» реализует две модели расчета: упрощенно-аналитическую и имитационно-стохастическую. Согласно *Методике*, можно использовать любую из этих моделей.

Имитационно-стохастическая модель лишена большинства недостатков упрощенно-аналитической модели — она учитывает переформирование и растекание потока, неодновременность слияния, разуплотнение потока и рассасывание скоплений. Словом, имитационно-стохастическая модель гораздо лучше соответствует действительности.

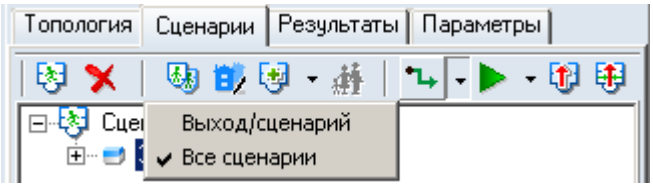
Выбрать модель для расчета можно в меню «Расчет»:



6.3.7. Построение пути эвакуации

Перед выполнением расчета можно выполнить разбиение модели на участки пути для выявления ошибок. Для разбиения пути на участки нажмите кнопку «Построить пути эвакуации» на вкладке «Сценарий» либо используйте команду в меню «Расчет» –> «Построить путь эвакуации».

В выпадающем списке возле кнопки можно выбрать режим работы. Если выбран пункт «Все сценарии», то программа построит путь эвакуации для всех сценариев, чье свойство «Активный» имеет значение «да». Если выбран пункт «Выход/сценарий», то программа построит путь для выбранного в дереве объектов сценария или выхода.



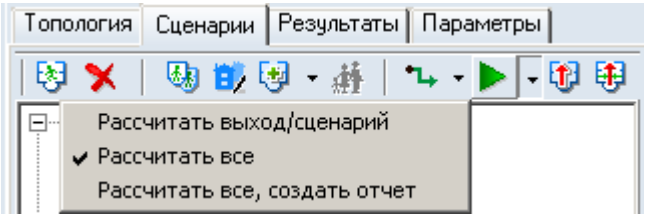
После нажатия кнопки будет произведен анализ схемы эвакуации на наличие ошибок. В случае их присутствия появляется соответствующее предупреждение, и список обнаруженных ошибок выводится в текстовое поле, расположенное ниже дерева сценариев. Для выделения объекта,

вызвавшего ошибку, выполните двойной щелчок мышью на имени объекта в тексте сообщения.

Данной функцией удобно пользоваться для обнаружения ошибок в сценарии до выполнения расчета, а также для анализа верного разбиения на участки.

6.3.8. Выполнение расчета

Программа может выполнить расчет всех сценариев или расчет отдельного сценария, или времени движения к конкретному выходу. Для выбора режима расчета воспользуйтесь выпадающим списком, расположенным на вкладке «Сценарии» рядом с кнопкой «Расчет».



Если выбран пункт «Рассчитать все», то программа выполнит расчет всех сценариев, чье свойство «Активный» имеет значение «да».

Если выбран пункт «Рассчитать все, создать отчет», то программа выполнит расчет всех сценариев, чье свойство «Активный» имеет значение «да», и сформирует отчет с текущими настройками.

Если выбран пункт «Рассчитать выход/сценарий», то программа выполнит расчет выбранного в дереве объектов сценария или выхода. **Обратите внимание: расчет выхода осуществляется в пределах этажа!** Это значит, что люди, направленные в выход по лестнице с верхних этажей, при таком расчете не учитываются. Если в выход добавлена только лестница, то время эвакуации получится 0.

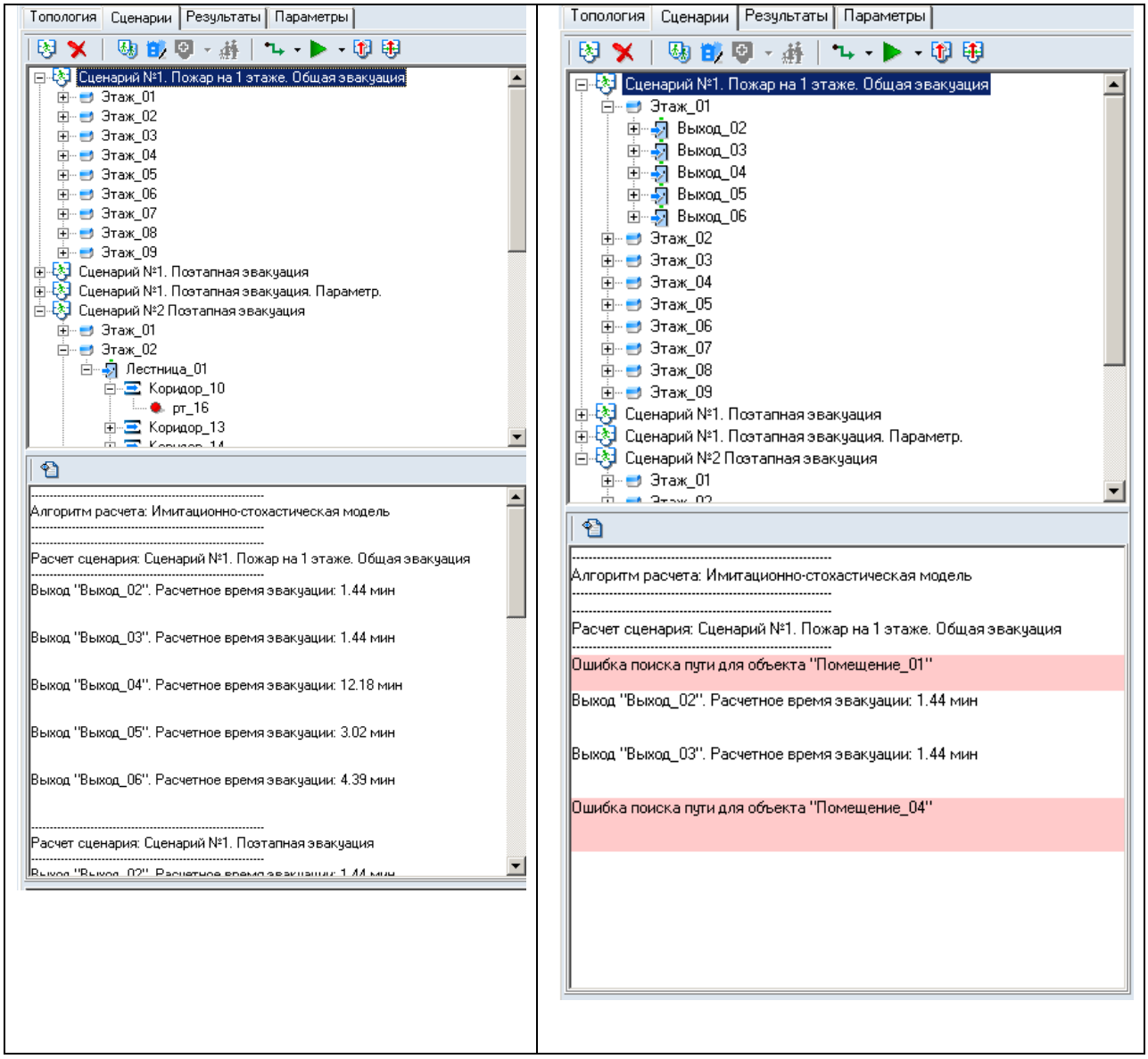
Нажмите на кнопку «Выполнить расчет». Будет произведен анализ схемы эвакуации на наличие ошибок. В случае их присутствия появляется соответствующее предупреждение, процесс расчета прекращается и список обнаруженных ошибок выводится в текстовое поле, расположенное ниже дерева сценариев. Для выделения объекта, вызвавшего ошибку, выполните двойной щелчок мышью на имени объекта в тексте сообщения.

Чтобы остановить выполнение расчета, нужно нажать клавишу Esc.

Если схема была составлена корректно, программа выполняет расчет, результат которого выводится на вкладку «Результаты», расположенную в правой части окна программы; иначе выводит сообщение об ошибке (см. п. 6.3.10).

6.3.9. Результаты расчета и формирование отчета

Первые результаты расчета можно увидеть непосредственно на вкладке «Расчет». Здесь программа либо сообщает о возникших в процессе расчета ошибках, либо пишет время эвакуации по каждому выходу.

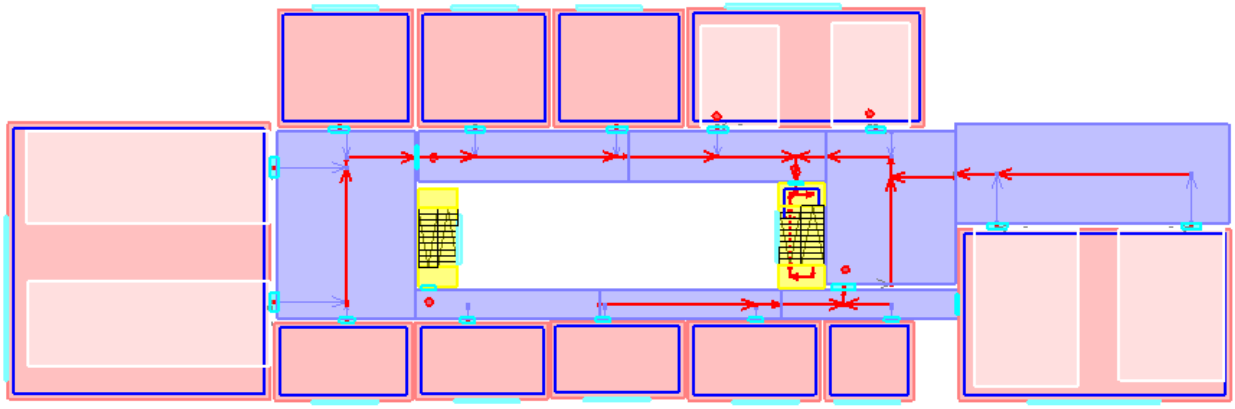


Если перейти на вкладку «Результаты», то доступны будут следующие данные:

- схемы эвакуации,
- визуализация движения людей,
- численные данные,
- графики.

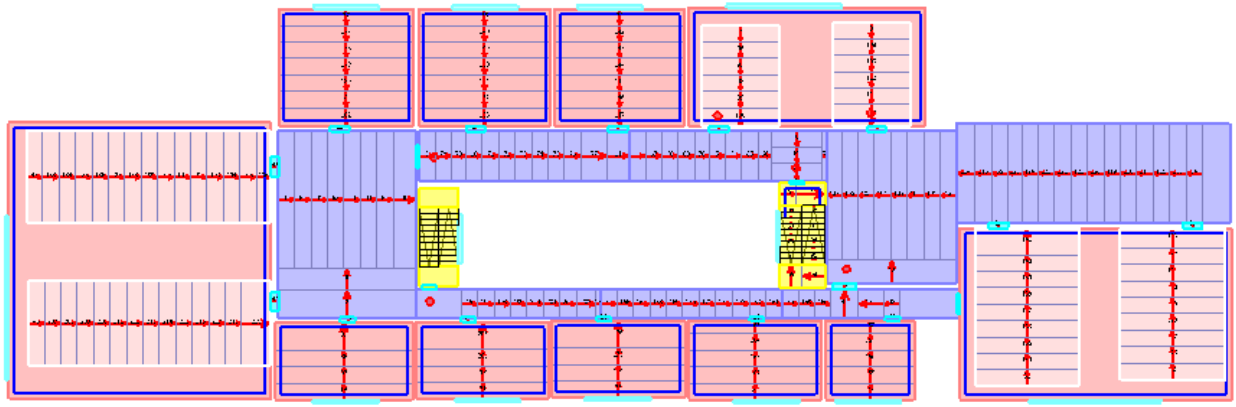
6.3.9.1. Схемы эвакуации

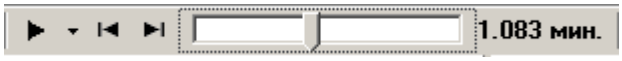
Схемы эвакуации можно получить, нажав на кнопку «Отображать путь» . Тогда на топологии появятся пути движения людей при эвакуации.



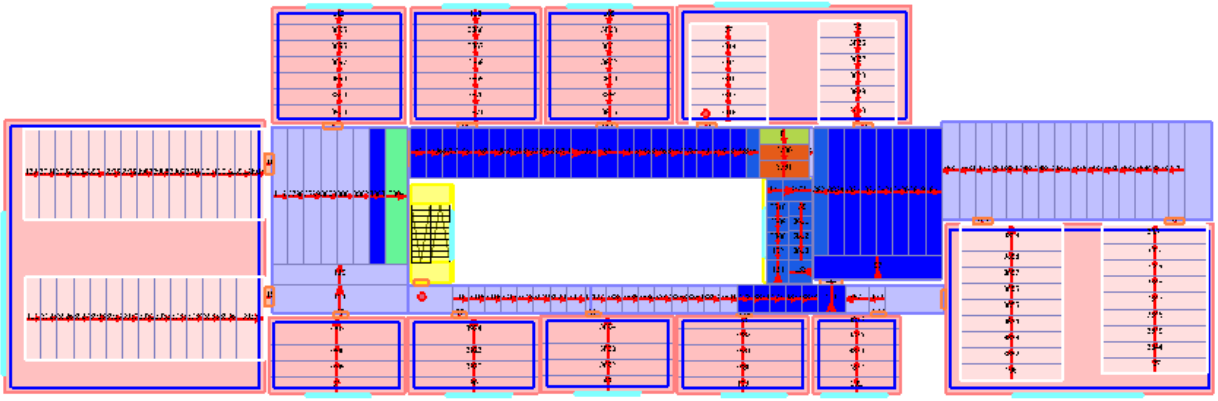
6.3.9.2. Визуализация движения людей

Визуализировать движение людей можно, нажав на кнопку «Отображать элементы расчета» . В этом случае на топологии появятся номера расчетных участков и направление движения по участкам.

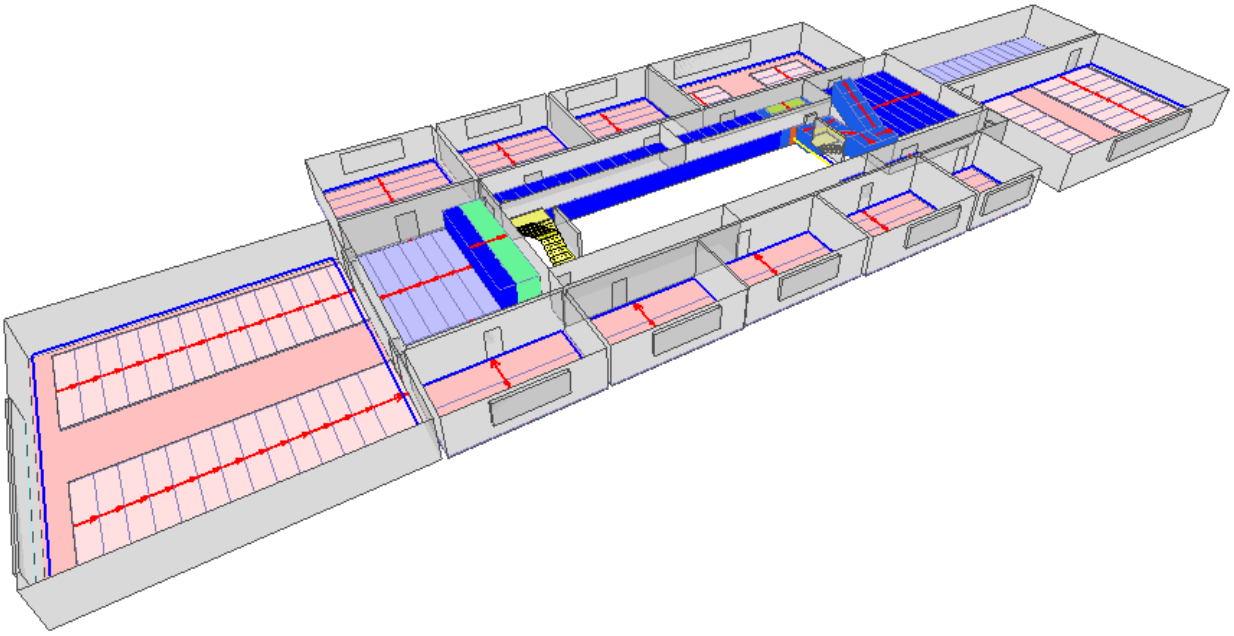


Затем с помощью панели управления 

можно посмотреть визуализацию движения людских потоков. Цвет показывает плотность потока.

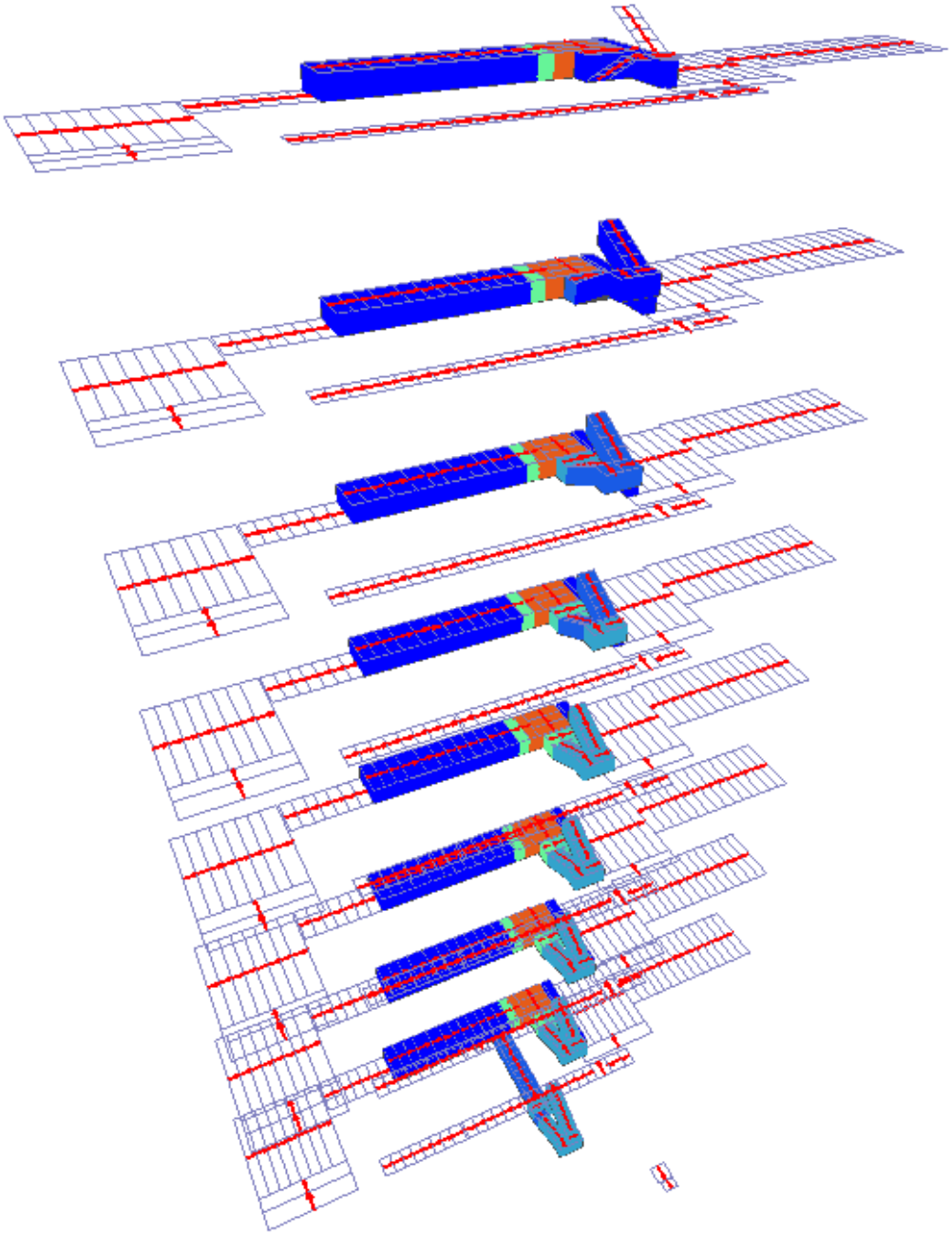


Визуализация доступна как в 2D, так и в 3D-режиме.



Если в дереве объектов выделить все здание целиком, то можно наблюдать движение людей по всему зданию одновременно.

Наглядно отключить при просмотре в 3D-режиме все элементы топологии. Тогда будет видно только разбиение объекта на участки и движение людей по участкам.



6.3.9.3. Численные данные

Для получения численных данных нужно перейти на вкладку «Результаты», «Расчет».

По каждому выходу каждого рассчитанного сценария приведена информация о ходе расчета.

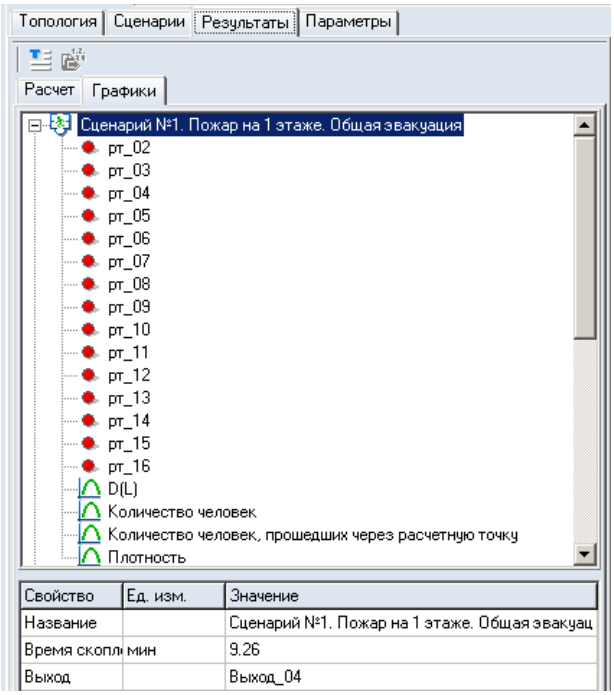
Подробнее о результатах расчета можно прочитать в «Руководстве пользователя «СИТИС: Флоутек».

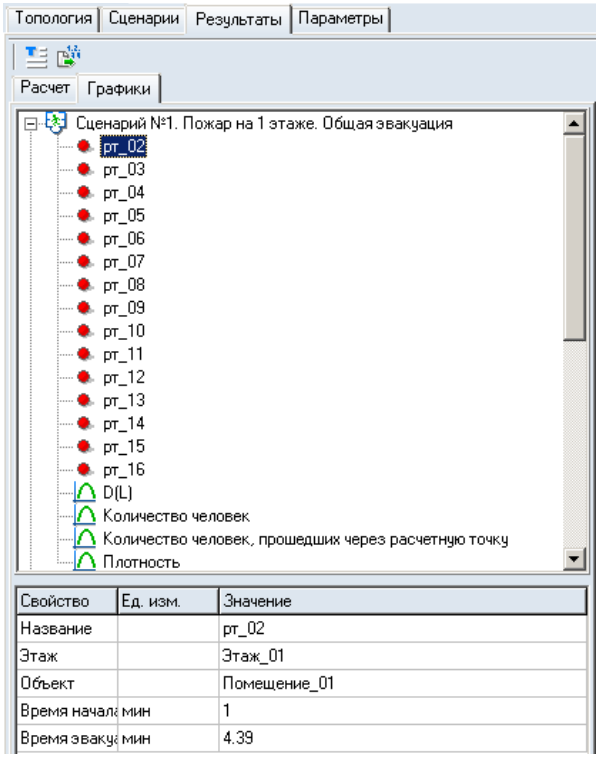
6.3.9.4. Точки и графики

Посмотреть значения в расчетных точках и графики можно на вкладке «Результаты», «Графики».

Здесь для каждого сценария приведен список расчетных точек, для которых указано время начала эвакуации и время эвакуации.

Время существования скоплений можно узнать, выделив название сценария. Также в свойствах сценария указывается, при движении к какому выходу возникает максимальное скопление.





Уже на данном этапе, не рассчитывая время блокирования, можно определить, что вероятность эвакуации будет равна нулю. Если время существования скоплений превышает 6 мин, то условие беспрепятственной эвакуации нарушается.

Чаще всего скопления возникают на лестницах — в этом случае может помочь выполнение **поэтапной (фазовой) эвакуации**, если, конечно, в здании есть система оповещения 4 или 5 типа.

Поэтапная (фазовая) эвакуация используется, чтобы уменьшить время существования скоплений. При поэтапной эвакуации оповещение выполняется не для всего здания целиком, а по зонам. Таким образом, по путям эвакуации движется одновременно меньше людей, соответственно, время существования скоплений сокращается.

Вернитесь на вкладку «Сценарии», скопируйте сценарий, в котором возникают скопления, и измените время начала эвакуации. Разбейте все здание на зоны оповещения по 2–3 этажа и присвойте каждой зоне свое время начала эвакуации. Например:

– на 2–4 этажах задержка 1,5 мин

– на 4–5 — 4 мин

– на 6–7 — 6,5 мин

– на 8–9 — 9 мин

Выполните расчет и снова оцените время скоплений. Если оно все еще превышает 6 мин, измените время начала эвакуации или разбиение на зоны и повторите процесс.

Далее приведены графики:

- плотности потока на пути эвакуации в заданный момент времени $D(L)$;
- «Количество человек» - график зависимости количества людей от времени на участке, содержащем расчетную точку;
- «Количество человек, прошедших через расчетную точку» - график зависимости количества людей, прошедших через расчетную точку, от времени;
- «Плотность» - график зависимости плотности от времени на участке, содержащем расчетную точку.

На графиках можно выбирать, для каких расчетных точек отображать данные.

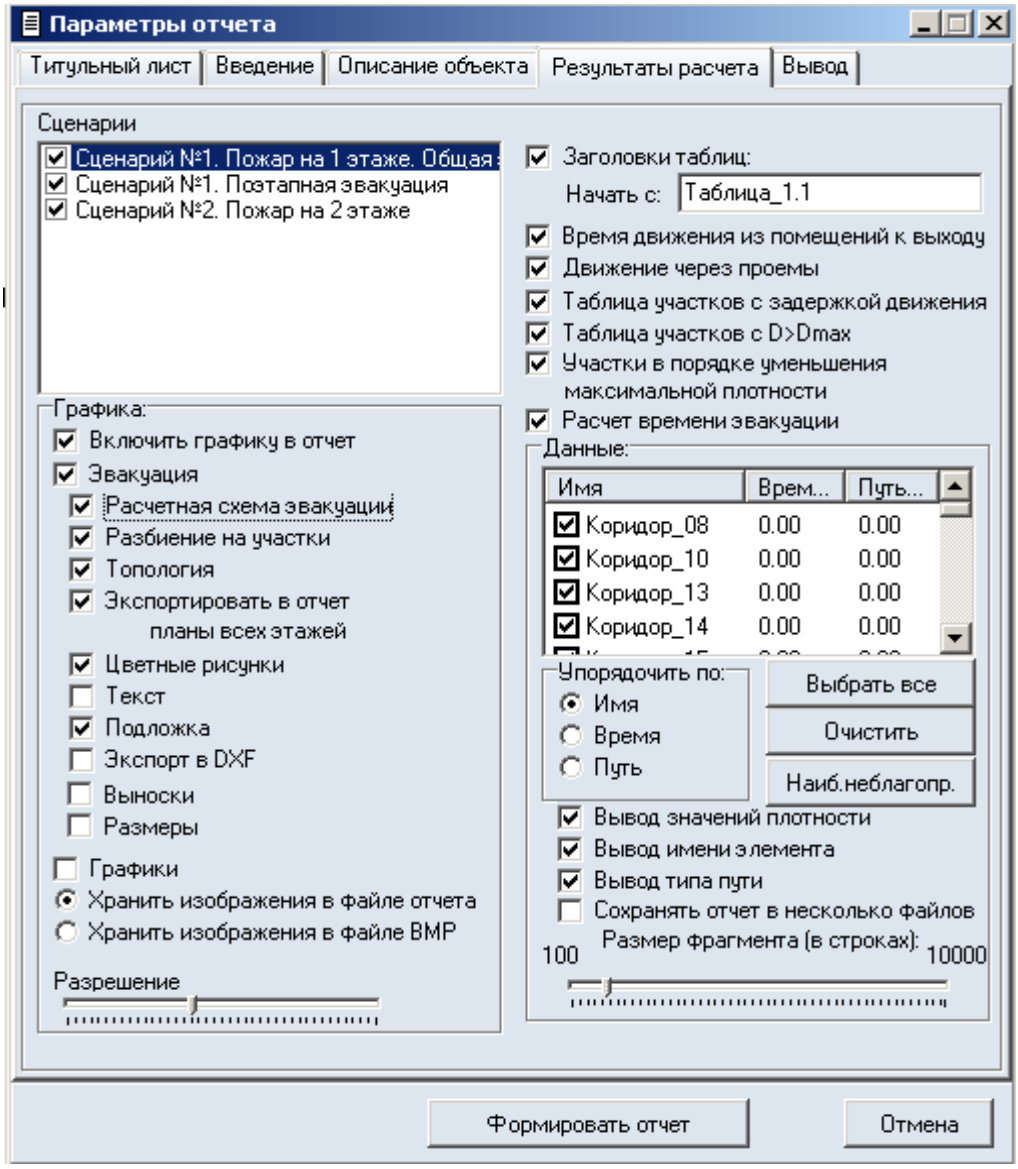
6.3.9.5. Отчет

Отчет формируется при нажатии кнопки «Создать отчет» . Кнопка открывает окно, в котором можно выбрать, какая информация должна экспортироваться в отчет. После этого будет создан текстовый документ со всей выбранной информацией.

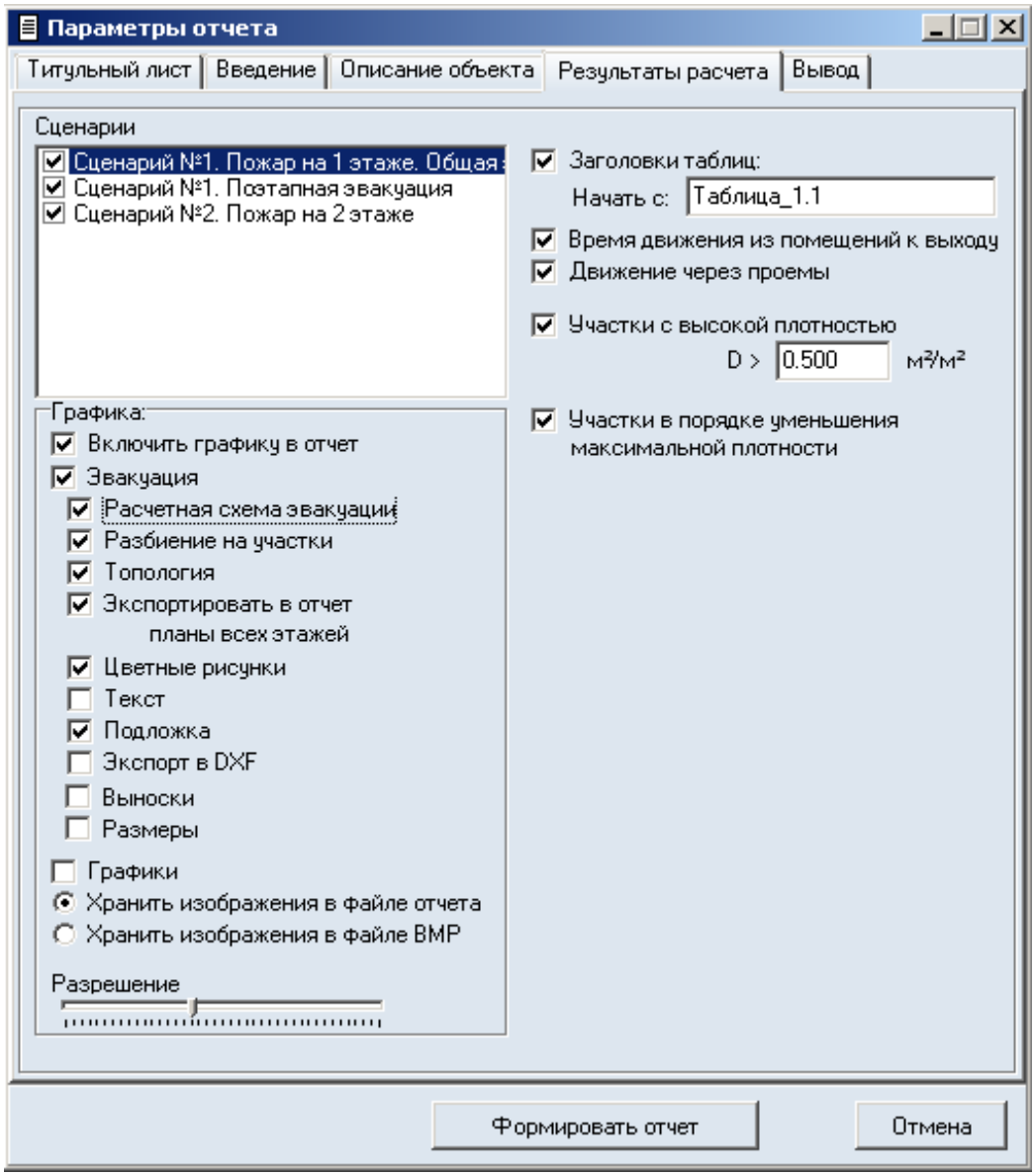
Состав данных, экспортируемых в отчет, настраивается на вкладке «Результаты расчета».

Вид вкладки зависит от выбранного метода расчета.

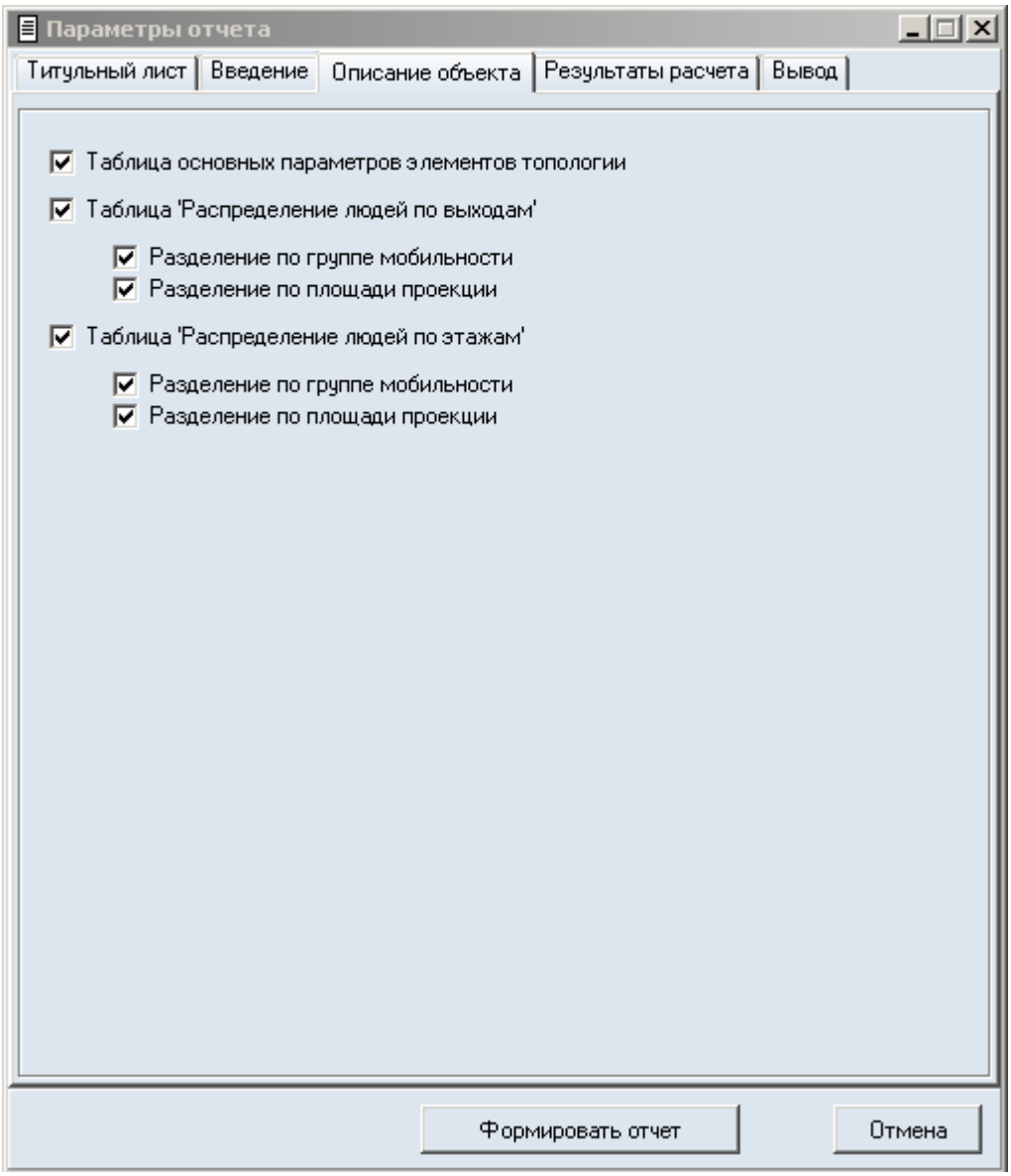
Вид вкладки для упрощенной аналитической модели.



Вид вкладки для имитационно-стохастической модели.



На вкладке «Описание объекта» можно включить отображение таблиц с исходными данными (для обеих моделей).

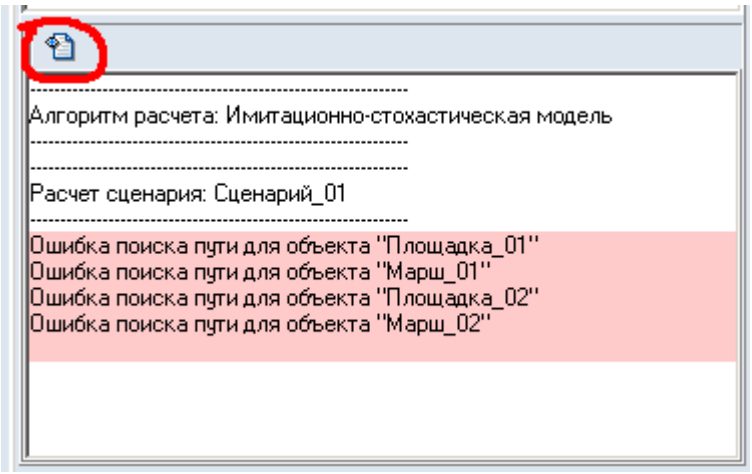


Подробнее о настройках и параметрах отчета можно прочитать в «Руководстве пользователя «СИТИС: Флоутек».

6.3.10. Поиск ошибок

Далеко не всегда первый же созданный сценарий оказывается рабочим. После запуска расчета программа может сообщить об ошибке.

Внимательно прочитайте сообщение об ошибке – программа старается указать, что не так в топологии или сценарии. Для более подробной расшифровки ошибок нажмите кнопку «Описание ошибок» над полем с ошибками.



При работе рекомендуется не строить сразу весь сценарий большого здания, как это сделано в данном примере, а составлять сценарий постепенно, проверяя правильность построения сценария расчетом. Так гораздо проще обнаруживать ошибки.

Если же построен крупный сценарий и с первого взгляда обнаружить ошибку не удается, следует поступать следующим образом:

создайте дополнительный сценарий;

добавьте в него выход, в котором возникает ошибка;

добавьте объект «люди» в первый же объект после выхода (коридор, помещение, проход);

выполните расчет. Если расчет выполнен успешно, значит, ошибки в этом соединении нет. Значит, соединение дальше по пути эвакуации;

добавьте людей в следующий объект, выполните расчет;

продолжайте так до тех пор, пока не возникнет ошибка. Теперь вы точно будете знать, в каком месте нарушены соединения, – и проверить их уже не составит проблемы.

6.3.11. Верификация расчета и работа с параметрам

Как уже упоминалось в п. 5.3.1, для каждого расчета необходимо выполнять верификацию для подтверждения достоверности расчета. Из четырех перечисленных методов верификации (проверка на соответствие обобщенной практике, оценочный расчет, анализ чувствительности, уточняющий расчет) непосредственно в расчетных программах «СИТИС: Флоутек», «СИТИС: Блок» и «СИТИС: ВИМ» можно выполнить анализ чувствительности.

Анализ чувствительности позволяет оценить влияние на расчет того или иного параметра. Как изменится время эвакуации, если изменить количество людей на 10 %? Как изменится время блокирования при увеличении площади поверхности горения или скорости распространения пламени на 15 %?

Изменение результатов должно соответствовать здравому смыслу. Если результаты серьезно меняются (например, если при изменении количества человек в здании со 100 до 110 время эвакуации отличается в два раза), то в модели присутствуют «узкие места». Если, напротив, результаты практически не меняются при значительном изменении существенных параметров, это повод задуматься, адекватно ли параметр учитывается в модели. Возможно, стоит выбрать другую вычислительную модель.

Анализ чувствительности удобно проводить, используя **параметры.**

Перейдите на вкладку «Параметры».

В текущих версиях программы СИТИС: Флоутек » с помощью параметров можно изменять следующие величины:

– количество людей (в «СИТИС: Флоутек»)

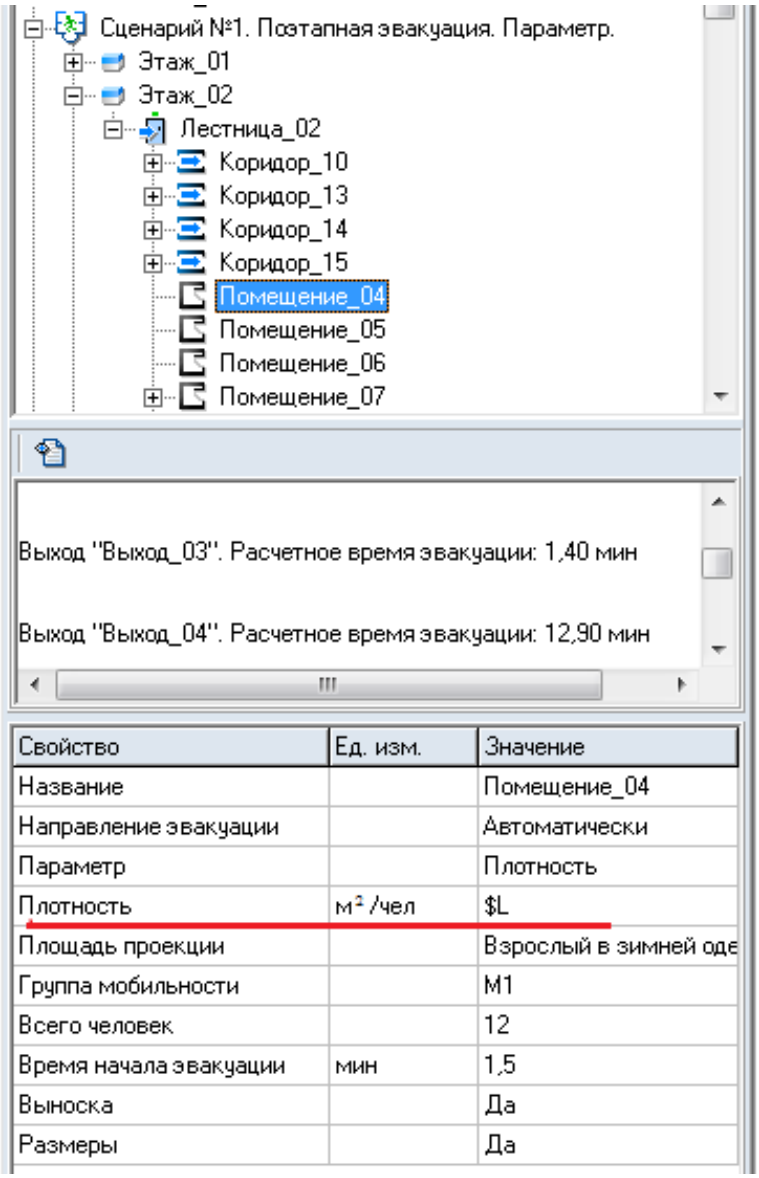
– время начала эвакуации (в «СИТИС: Флоутек»)

– зазор (в «СИТИС: Флоутек»)

– высота всех объектов (во всех программах)

Создайте новый параметр с помощью кнопки «Добавить параметр» и назовите его L. С помощью этого параметра мы будем изменять плотность людей в помещении. Зададим ему значение 6 (именно такая у нас сейчас плотность в большинстве помещений).

Перейдите теперь на вкладку «Сценарии», выберите сценарий «Сценарий №1. Поэтапная эвакуация» и измените значение свойства «Плотность» в каждом помещении на имя параметра L.



Если теперь выполнить расчет, результат для Выхода_04 (куда эвакуируются люди из офисов) не изменится (12,90 мин), поскольку значение параметра $\$L$ равно 6 м^2/чел (то же значение, что и было до использования параметра).

Теперь вернитесь на вкладку «Параметры» и измените значение параметра $\$L$ на 4,7 м^2/чел (чтобы количество людей увеличилось на 20%). Если теперь выполнить расчет сценария, получится новое значение времени эвакуации — 13,53мин.

Таким образом, изменяя значение параметра в одном месте, мы изменяем количество людей сразу в нескольких помещениях. Аналогичным образом (вводя новые параметры) можно изменять время начала эвакуации и площадь поверхности горения.

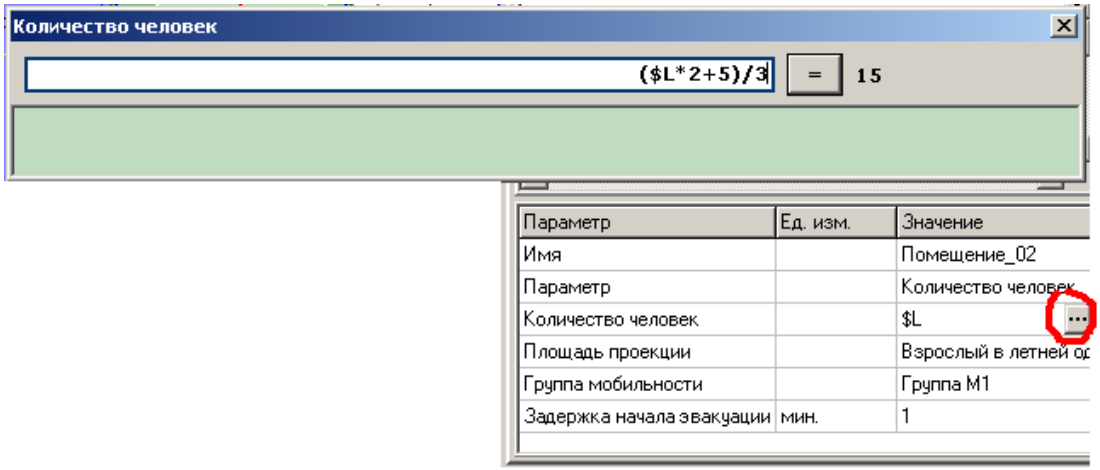
С помощью параметров удобно выполнять анализ чувствительности: мы увеличили количество людей на 20 %, время эвакуации при этом

увеличилось на 4,8 %. Это говорит о том, что изменение количества людей мало повлияло на время эвакуации. Если посмотреть визуализацию движения людей, то можно увидеть, что время начала поэтапной эвакуации выбрано так, что люди с разных этажей почти не встречаются друг с другом.

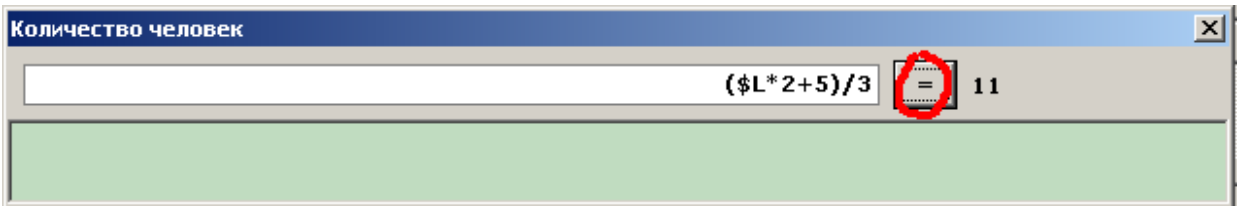
Более наглядно сравнить изменение времени выхода с этажа. Это время можно определить по значению в расчетной точке pt_13. При значении плотности 6 м^2/чел время эвакуации с этажа составляет 3,67 мин, при значении 4,7 м^2/чел – 4,3 мин. Таким образом, при увеличении количества людей на 20% время эвакуации увеличилось на 17%. Изменение адекватное, в здании и в модели нет «узких» мест, которые вызывали бы резкое увеличение времени эвакуации при небольшом увеличении количества людей.

Если при анализе чувствительности обнаруживаются «узкие» места, то нужно продолжать анализ дальше и выяснять, является ли это узкое место свойством модели или здания. В первом случае нужно переделывать модель, во втором – принимать решение об изменении планировочных решений.

Если нажать кнопку ..., то откроется окно, в которое можно ввести алгебраическое выражение, используя параметры, числа и знаки арифметических операций +, -, /, *, ( ). В качестве разделителя целой и дробной частей используется точка.



Если нажать кнопку =, то в правой части появится значение введенного выражения.



Подробнее о параметрах и параметрических свойствах читайте в Руководстве пользователя.

Параметры можно использовать для подбора времени поэтапной эвакуации.

6.4. Верификация математической и концептуальной модели эвакуации

По итогам выполненных расчетов эвакуации специалист должен оценить адекватность результатов расчета; понять, все ли существенные параметры были учтены; решить, верно ли были выбраны концептуальная и математическая модели; сделать заключение о возможности использования полученных результатов в дальнейших расчетах.

Некоторые методы верификации описаны в п. 5.3.1.

6.5. Шаг 4. Построение расчетного сценария пожара в «СИТИС: ВИМ»

Теперь можно перейти к созданию сценария развития ОФП. Перед началом расчета нужно определить количество, свойства и расположение пожарной нагрузки, а также — какие помещения участвуют в моделировании. Эти данные определяются по заданию на расчет и служат исходными данными для расчета.

Сценарий № 1

Проектный пожар возникает на первом этаже в помещении в осях В-Г/4-6.

В качестве пожарной нагрузки принять внесенную пожарную нагрузку по справочным данным [3] (Тара). Вид развития пожара — круговое распространение по твердой горючей нагрузке.

В расчет включить все здание, смоделировать распространение опасных факторов пожара по лестницам. Двери считать открытыми, с коэффициентом пропускания 64%.

Отделку помещений и коридоров считать негорючей.

6.5.1. Сценарий

Откройте программу «СИТИС: ВИМ» и перейдите на вкладку «Сценарии».

Создайте сценарий с помощью кнопки «Добавить сценарий» .

В свойствах сценария выберите рассматриваемую топологию, а также укажите время расчета (обычно его нужно задать как минимум на 20% больше полученного времени эвакуации).

Свойство	Ед. изм.	Значение
Название		Сценарий_01
Описание		
Активный		Да
Топология		Топология_01
Время моделирования	с	600
Начальная температура	°C	20
Начальная освещенность	лк	50
Состояние дверей		100
Состояние верт. проемов		100
Состояние гор. проемов		100
Материал стен		Бетон
Определение ПДЗ по видимости		Автоматически

Свойства «Состояние дверей», «Состояние верт. проемов», «Состояние гор. проемов», «Материал стен» и «Определение ПДЗ по видимости» действуют на все соответствующие объекты сценария. Если вы хотите задать свойство для всех дверей, проемов, коридоров/помещений или расчетных точек разом, используйте свойства сценария.

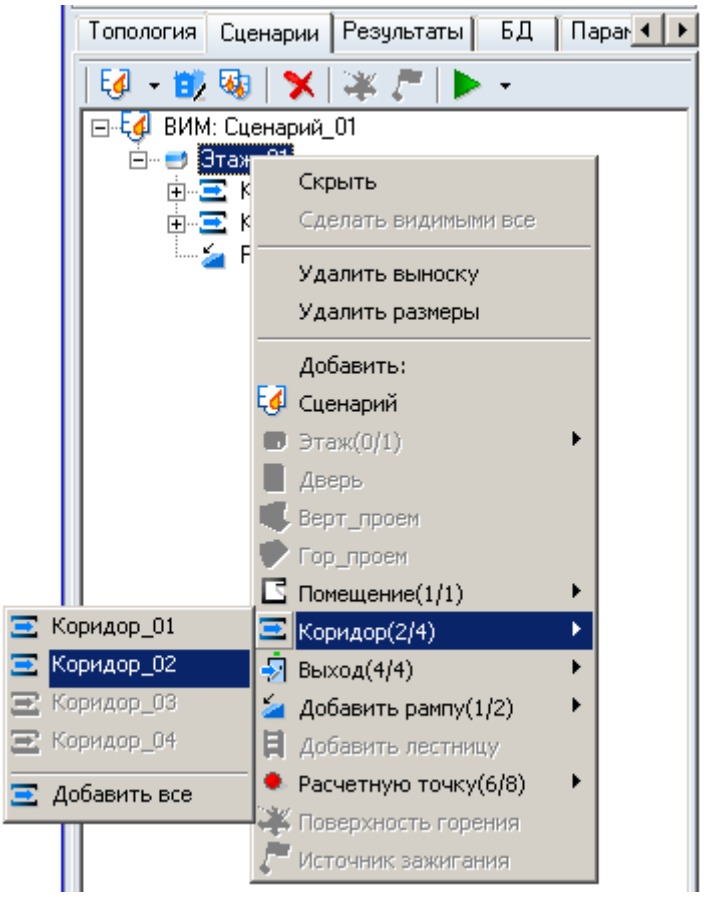
Обратите внимание, что если изменить свойство сценария, то изменятся свойства всех соответствующих объектов сценария!

6.5.2. Геометрия

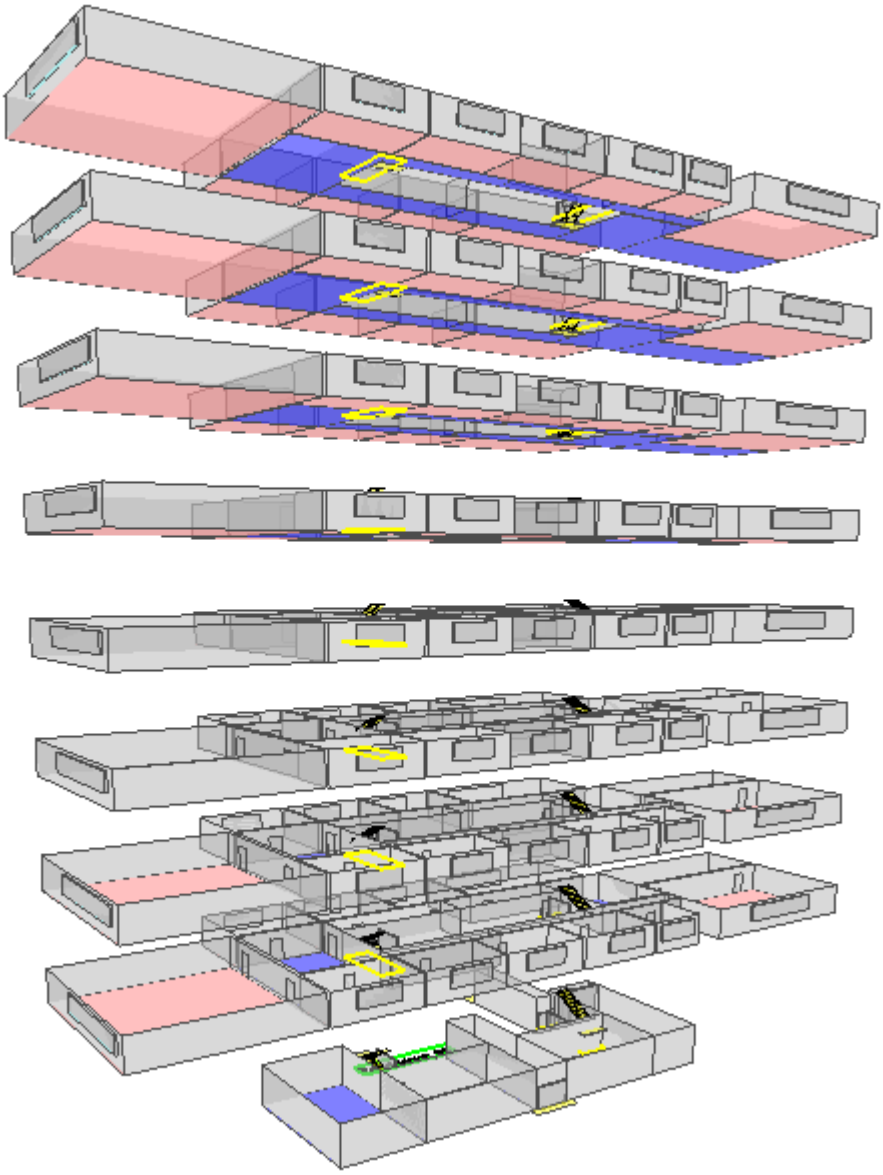
Нажмите кнопку «Копировать топологию здания» - все объекты топологи будут добавлены в сценарий.

Если вы не хотите, чтобы какие-то объекты участвовали в расчете, их можно удалить из сценария в дереве объектов или на сцене. При этом объекты остаются в топологии, так что их всегда можно снова добавить в сценарий.

Добавление отдельных объектов осуществляется через контекстное меню. При наведении курсора на имя объекта в контекстном меню он отображается на сцене в качестве подсказки.



Не забудьте: объекты, не включенные в сценарий, в расчете не участвуют.



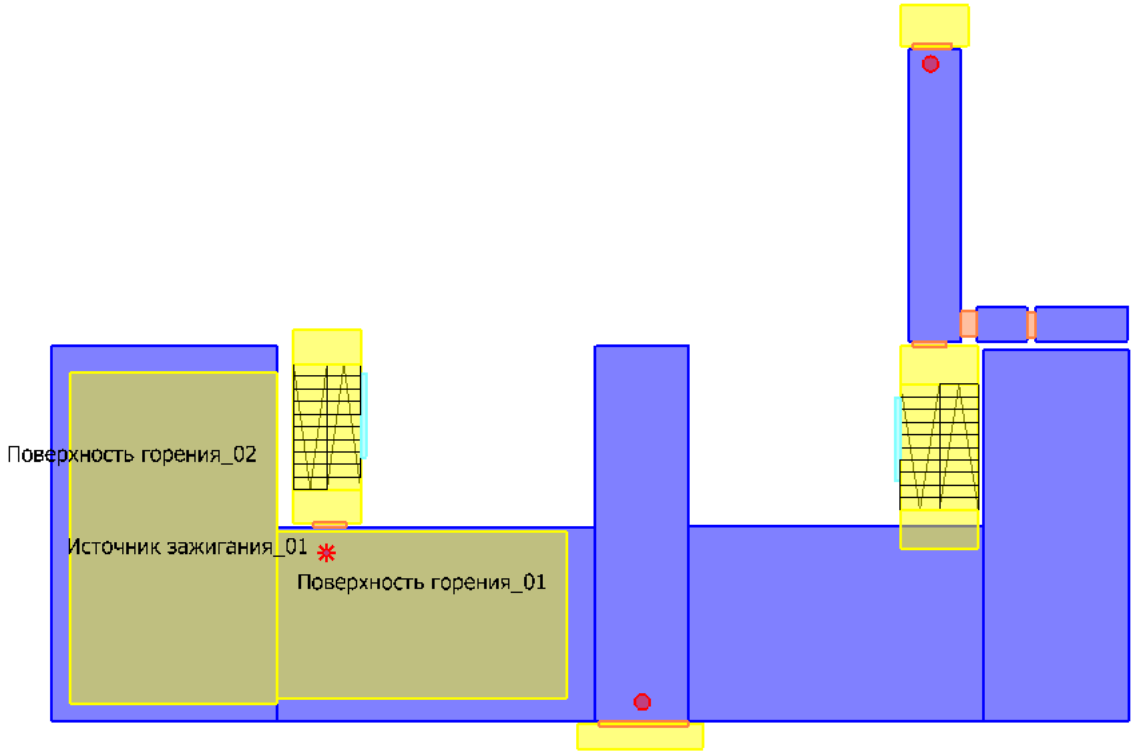
6.5.3. Пожарная нагрузка

Выберите помещение или коридор, в котором начинается пожар, и нарисуйте в нем поверхность горения с помощью инструмента «Добавить поверхность горения» .

Поверхностей горения может быть неограниченное количество: они могут соприкасаться, накладываться друг на друга. При наложении поверхностей горения в расчете участвуют свойства верхней поверхности. Поверхности горения нельзя перетащить из одного помещения в другое. Все поверхности горения должны находиться в пределах одного этажа.

На поверхности горения необходимо задать источник зажигания с помощью инструмента «Добавить источник зажигания» . Источник зажигания задает место, где начнется горение.

Источников зажигания может быть неограниченное количество – на одной поверхности горения или на разных.



Далее необходимо задать свойства каждой поверхности горения:

Свойство	Ед. изм.	Значение
Название		Поверхность горения_01
Длина	м	10.36
Ширина	м	5.98
Площадь	м²	61.96
Типовая горючая нагрузка		Тара: древесина+картон+поли
Масса на единицу площади	кг/м²	20
Линейная скорость распрос	м/с	0.01
Низшая теплота сгорания	МДж/кг	20.71
Удельная скорость выгоран	кг/(м²·с)	0.018
Удельное потребление кисл	кг/кг	1.52
Дымообразующая способно	Нп·м²/кг	155
Удельное выделение CO_2	кг/кг	0.97
Удельное выделение CO	кг/кг	0.094
Удельное выделение HCl	кг/кг	0.0046
Выноска		Да
Размеры		Да

Свойства можно выбрать из базы данных Кошмарова [3] (типовая горючая нагрузка) либо задать вручную (если есть информация из каких-либо других источников).

Площадь — это площадь горючей нагрузки, то есть **максимальная** площадь, которая может быть охвачена пламенем. Пожар начинается из источника зажигания, а затем пламя распространяется по нагрузке радиально до тех пор, пока вся нагрузка не будет охвачена пламенем. То есть скорость тепловыделения изменяется от нуля (в начале расчета) до максимума (когда горит вся нагрузка).

Параметр «Масса на единицу площади» определяет, как долго будет продолжаться горение. После выгорания всей нагрузки горение прекращается.

6.5.4. Контроль давления

В отличие от реальных зданий, в стенах которых всегда имеются неплотности и мелкие отверстия, любое заданное в топологии помещение или коридор представляет собой герметично замкнутое пространство, не связанное с окружающей средой.

Из-за герметичности при расчете пожара давление в помещениях возрастает до сотен и тысяч паскалей. Это легко понять, посмотрев на уравнение состояния газа:

$$pV = \frac{m}{M} RT$$

При постоянном объеме помещения V из-за возрастающей температуры T и массы продуктов горения m, поступающих от источника пожара, давление p возрастает.

Чтобы избежать возможных ошибок, связанных с подобным увеличением давления, нужно задать «связь с атмосферой» - окна и двери, ведущие в окружающую среду.

Для моделирования окон нужно использовать объект «Вертикальный проем». Свойство «Связь» проемов, предназначенных для моделирования окон, должно иметь значение «нет», а свойство «Тип проема» в сценарии должно иметь значение «проем».

Каждый объект должен иметь связь с атмосферой – напрямую или опосредовано.

Окна и двери нужно задавать по максимуму для естественного газообмена.

Если расчет идет долго, то, возможно, задано слишком мало связей с атмосферой.

6.5.5. Проемы и вентиляция

В сценарии можно определить тип проема: проем (отверстие), вентиляция-приток, вентиляция-вытяжка.

Свойство	Ед. изм.	Значение
Название		Верт_проем_02
Тип		Проем
Состояние		Проем Вентиляция-приток Вентиляция-вытяжка
Выноска		
Размеры		Да

Свойство «Состояние» определяет процент площади открытия проема. 0 % - герметично закрытый проем, 100 % - полностью открытых. В течение расчета проем может изменять состояние неограниченное количество раз:

Состояние

Время, с.	Состояние, %
0	100
30	50
100	20
150	100

OK Отмена

- в данном случае в момент начала расчета (0с) состояние проема будет 100 %, в 30 секунд станет 50 %, затем в 100 секунд – 20 % и, наконец, со 150 секунд и до конца моделирования – 100 %.

Для дверей свойство «Состояние» задается аналогично.

Задайте всем окнам свойство «Состояние» 8 % (окна закрыты), дверям – 64 %.

Если проем играет роль вентиляционного отверстия (тип «вентиляция-приток» либо «вентиляция-вытяжка»), у него есть следующие свойства:

Свойство	Ед. изм.	Значение
Название		Верт_проем_02
Тип		Вентиляция-вытяжка
Поток	м³ /с	0
Начало падения давления	Па	200
Давление, при котором поток равен нулю	Па	300
Состояние		100
Выноска		Да
Размеры		Да

«Поток» — это расход воздуха/дыма через вентиляционное отверстие.

Обратите внимание: поток измеряется в м^3/с.

«Начало сокращения потока» — давление, при котором поток начинает уменьшаться. «Давление, при котором поток равен 0» — давление, при котором поток через вентиляцию прекращается. Эти свойства не оказывают значительного влияния на расчет, и в отсутствии информации могут быть заданы значениями по умолчанию. Подробнее об этих параметрах см. п. 8.4.4 Руководства пользователя [11].

Помните, что проем в топологии имеет свойство «Связь», в зависимости от которого он может работать следующим образом:

Тип проема в сценарии	Значение свойства «Связь»	
	Нет	Выбран объект
Проем	Проем представляет собой открытое отверстие, ведущее в окружающую среду (окно)	Проем представляет собой открытое отверстие, ведущее в выбранное помещение/коридор
Вентиляция-вытяжка	Удаление дыма происходит из помещения/коридора в окружающую среду	Удаление дыма происходит из помещения/коридора в выбранное помещение/коридор
Вентиляция-приток	Приток воздуха происходит в помещение/коридор из окружающей среды	Приток воздуха происходит в помещение/коридор из выбранного помещения/коридора

6.5.6. Расчетные точки

Добавьте в сценарий расчетные точки.

Если вы не добавите расчетные точки в сценарий, результатов расчета развития ОФП вы не получите. Также не будет возможности рассчитать риск в программе «СИТИС: Спринт».

В свойствах расчетной точки нужно указать способ определения предельно допустимого значения ОФП по видимости. По умолчанию значение «автоматически», в этом случае ПДЗ по видимости определяется исходя из размеров помещения (согласно изменениям в методике, утвержденной приказом МЧС России №749 от 12.12.2011): предельно допустимое значение по потере видимости составляет 20 метров, а для случая, когда оба горизонтальных линейных размера помещения менее 20 метров, предельно допустимое расстояние принимается равным наибольшему горизонтальному линейному размеру.

Свойство	Ед. изм.	Значение
Название		рт_01
Определение ПДЗ по видимости		Автоматически
ПДЗ по видимости	м	20

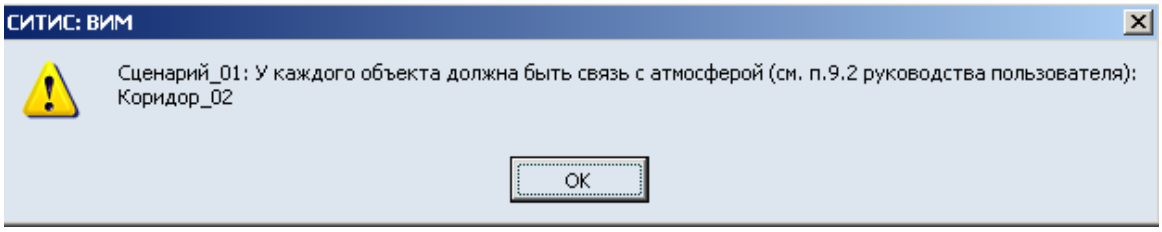
При выборе способа определения «вручную» пользователь самостоятельно устанавливает предельно допустимое значение по видимости в данной расчетной точке.

Внимательно проверяйте это свойство. Иногда при создании топологии коридор может быть создан из нескольких частей. Если коридор (в здании) имеет длину 22 метра, а в программе создан с помощью двух коридоров длиной 11 метров каждый, то при автоматическом определении ПДЗ по видимости значение расчетной точки будет определено как 11 метров. Это не верно, так как реальная длина коридора составляет 22 метра, и ПДЗ по видимости должно иметь значение 20 метров. В подобных случаях нужно использовать значение «вручную».

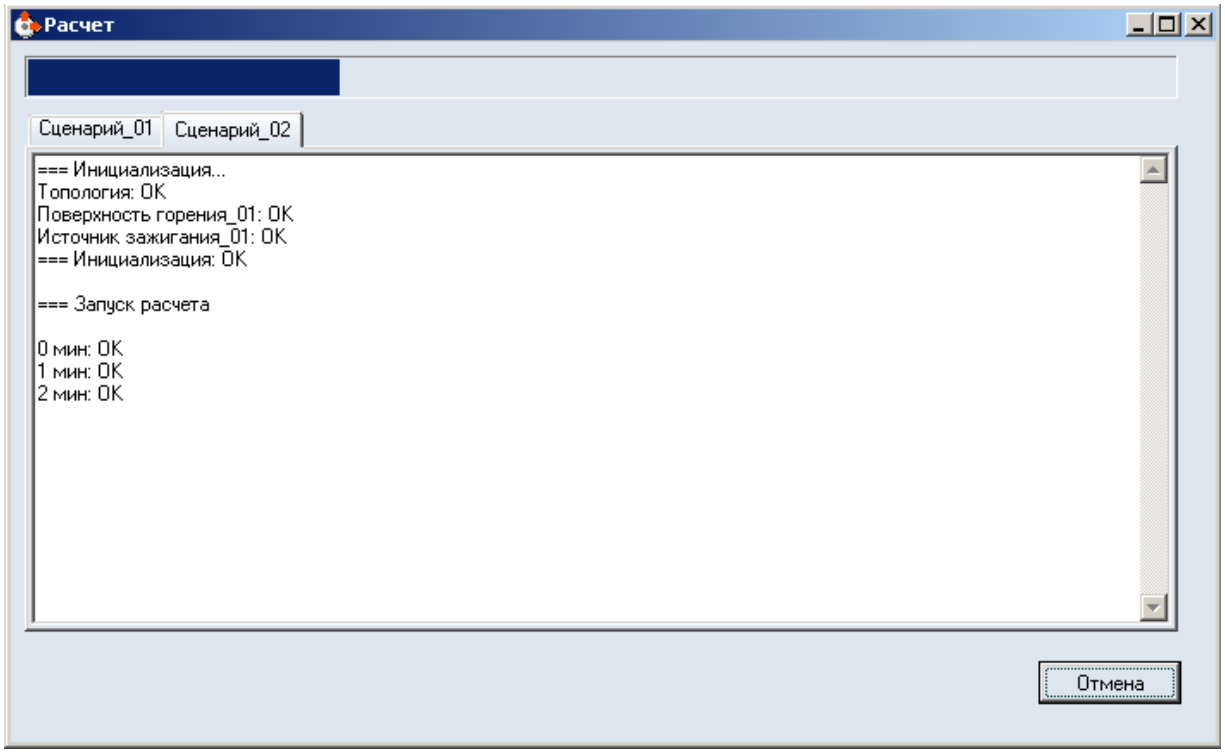
6.5.7. Запуск расчета

Теперь выполним расчет, нажав на кнопку «Расчет» . В выпадающем меню кнопки «Расчет» можно выбрать – выполнить расчет для всех активных сценариев либо для одного выбранного сценария.

Если в модели или в сценарии есть какие-либо ошибки, программа выведет диалоговое окно с предупреждением. Необходимо устранить ошибки и запустить расчет заново:



При успешном запуске расчета открывается окно расчета, в котором отображается процесс выполнения расчета. Информация по каждому сценарию располагается на отдельной вкладке. На заголовке вкладки пишется название сценария.



Если во время расчета нажать кнопку «Отмена», расчет будет прерван, по желанию пользователя могут быть созданы результаты для посчитанных сценариев.

После выполнения расчета кнопка «Отмена» превращается в кнопку «Ок».

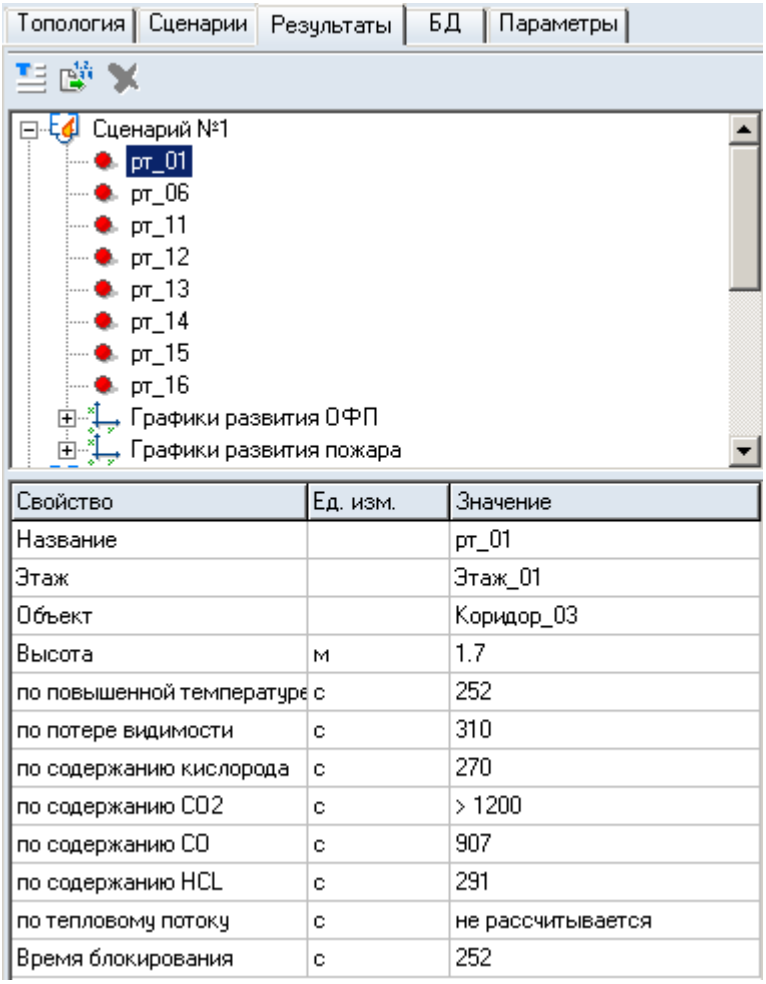
6.5.8. Результаты расчета и формирование отчета

После выполнения расчета на вкладке «Результаты» доступны следующие данные:

- значение ОФП в расчетных точках
- графики развития ОФП в расчетных точках
- графики развития пожара;
- визуализация распространения ОФП.

6.5.8.1. Значения ОФП в расчетных точках

В свойствах расчетной точки приводятся результаты расчета времени блокирования в данной точке по каждому опасному фактору:



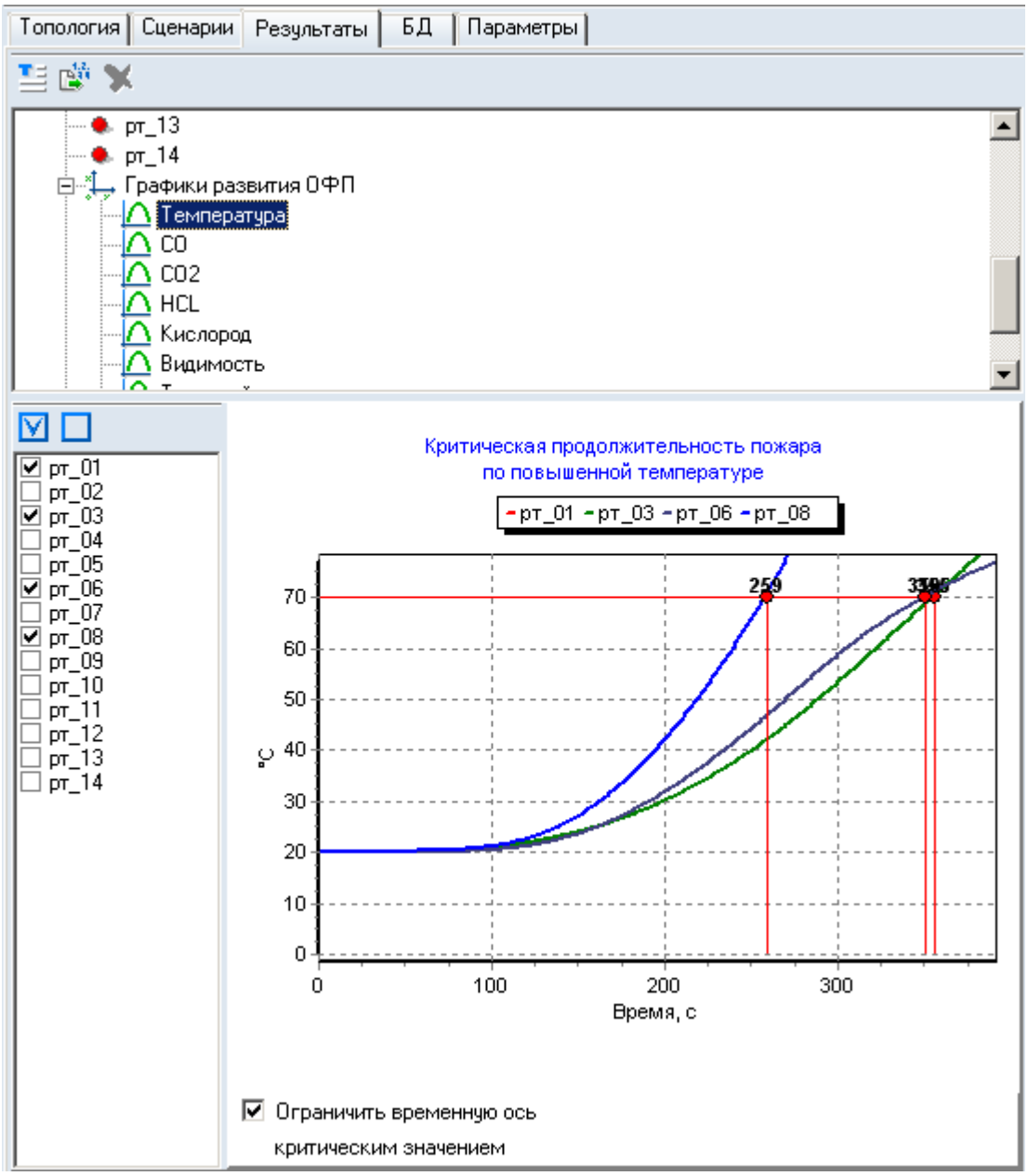
Свойство	Ед. изм.	Значение
Название		рт_01
Этаж		Этаж_01
Объект		Коридор_03
Высота	м	1.7
по повышенной температуре	с	252
по потере видимости	с	310
по содержанию кислорода	с	270
по содержанию CO2	с	> 1200
по содержанию CO	с	907
по содержанию HCL	с	291
по тепловому потоку	с	не рассчитывается
Время блокирования	с	252

Кнопка «Экспорт данных результатов» позволяет сохранить данные о развитии ОФП в табличном виде. Выберите нужную расчетную точку, нажмите кнопку и сохраните данные в файле CSV, который затем можно открыть, например, в Excel.

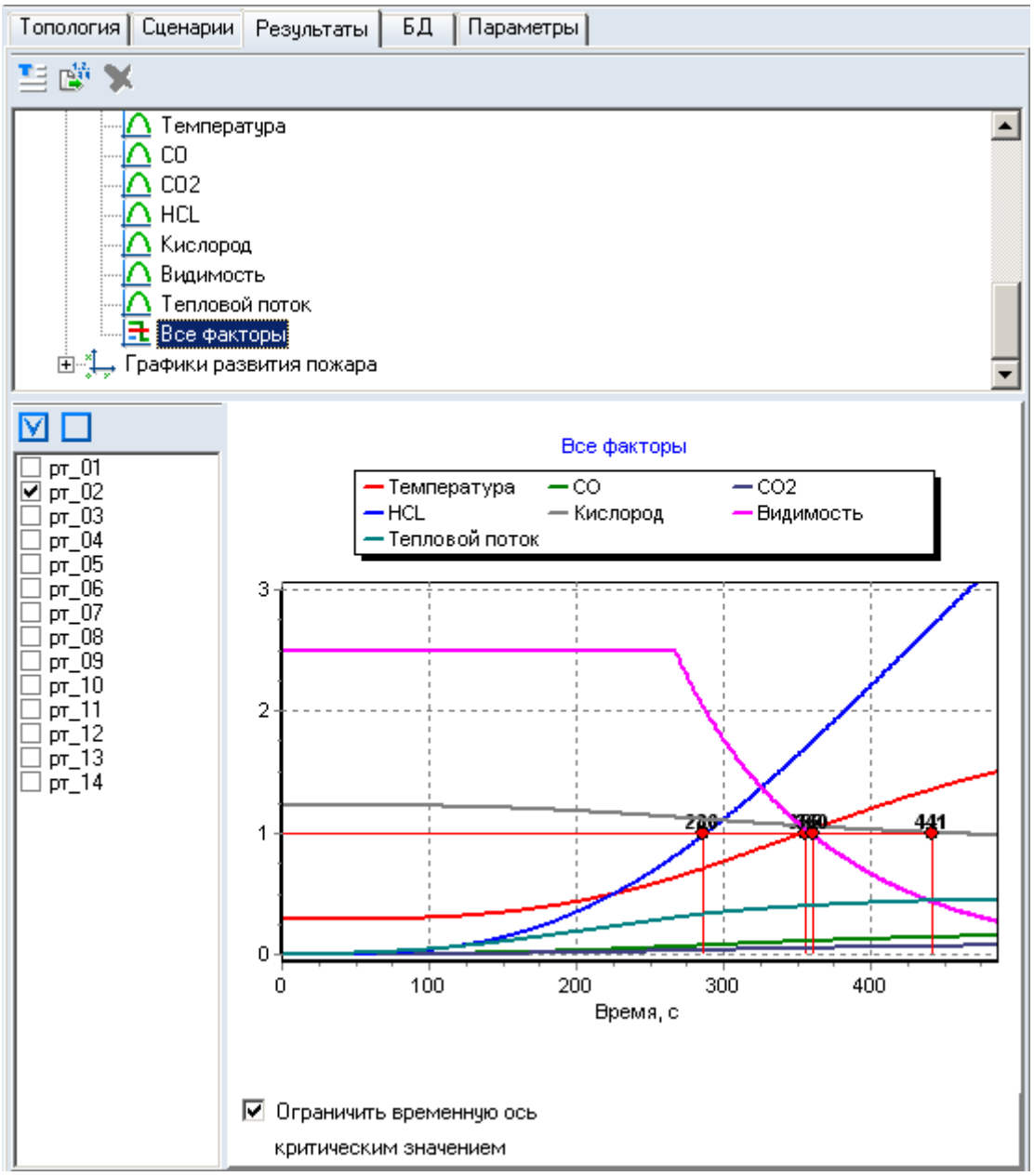
Обратите внимание, что ВИМ реализует вероятностную модель пожара. При выполнении расчета несколько раз результаты расчета будут отличаться на несколько секунд.

6.5.8.2. Графики развития ОФП в расчетных точках

Для каждой расчетной точки строятся графики изменения опасных факторов во времени. Можно выбрать расчетную точку и посмотреть графики для одного из опасных факторов для нескольких точек:



Или, выбрав «Все на одном», посмотреть графики всех опасных факторов для одной из точек. В этом случае значения опасных факторов нормируются на критическое значение. Данный график наглядно показывает, в какой последовательности происходит блокирование.



Флажок «Ограничить временную ось критическим значением» позволяет сделать график более наглядным.

6.5.8.3. Графики развития пожара

Раздел «Графики развития пожара» содержит два графика: «Площадь пожара» и «Мощность пожара».

График «Площадь пожара» показывает совокупную площадь горящей пожарной нагрузки в сценарии.

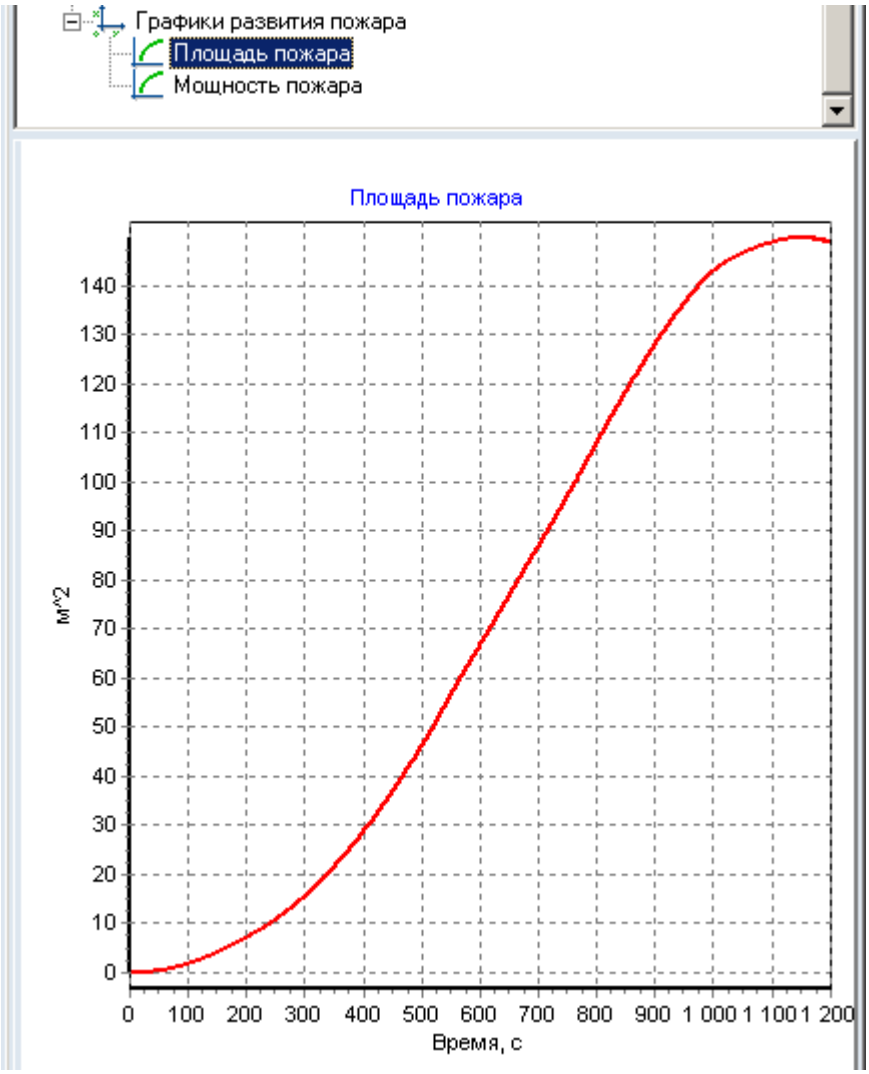
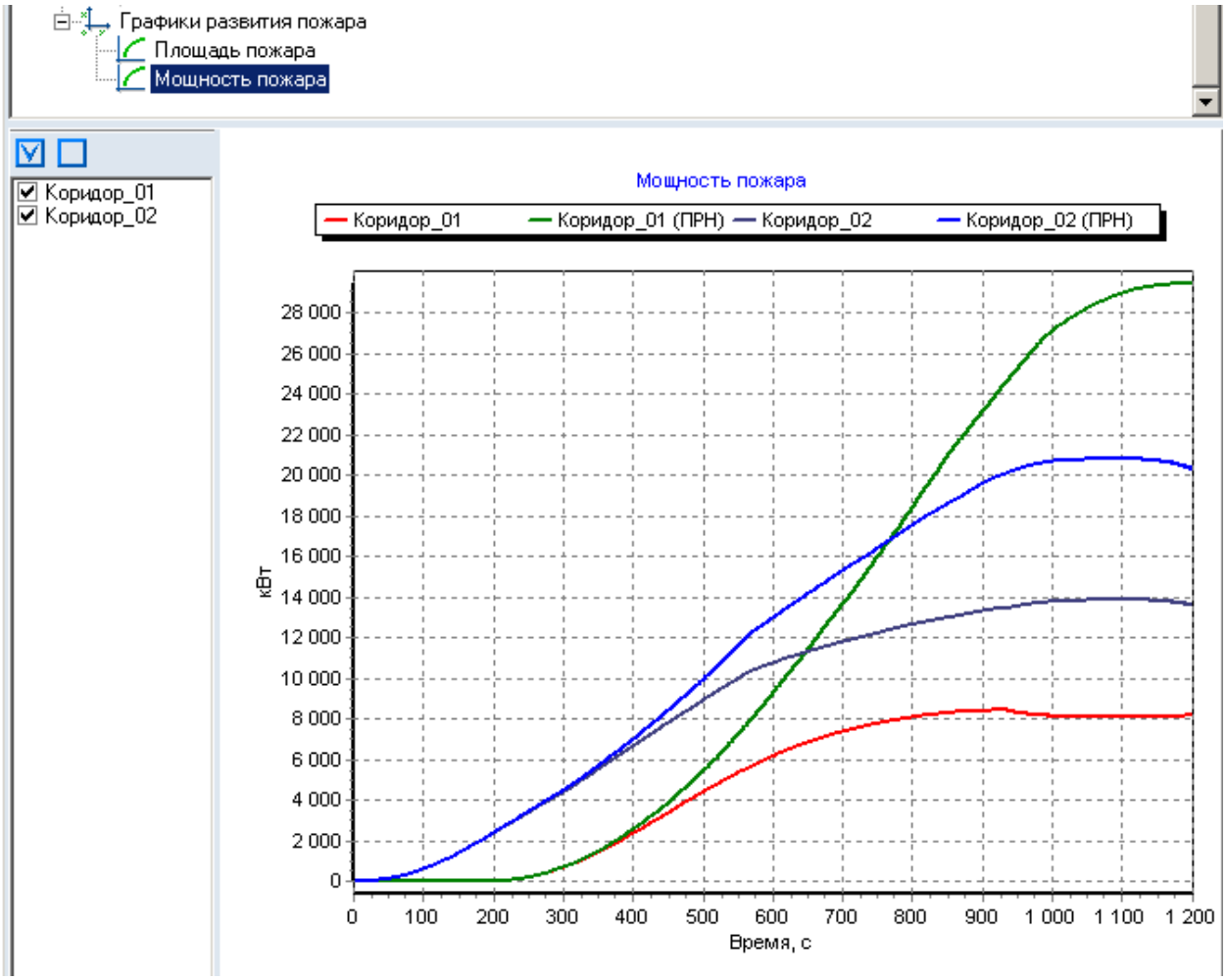


График «Мощность пожара» показывает скорость тепловыделения от пожарной нагрузки в каждом объекте, в котором есть поверхность горения.



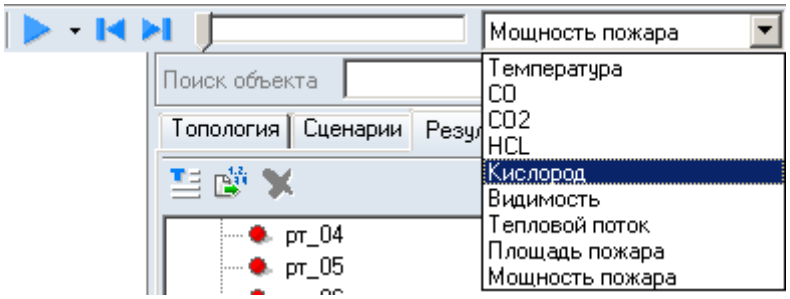
На графике мощности пожара для каждой поверхности горения отображается две линии: «Название объекта» и «Название объекта (ПРН)». «Название объекта» — это скорость тепловыделения с поверхности горения в данном объекте сценария. «Название объекта (ПРН)» — это скорость тепловыделения в данном объекте сценария, которая получилась бы при достаточном содержании кислорода (при пожаре, регулируемом нагрузкой – ПРН). Скорость тепловыделения при ПРН вычисляется на основе заданных параметров поверхности горения по формуле

$$Q = \eta \cdot \psi_{уд} \cdot Q_H^P \cdot F.$$

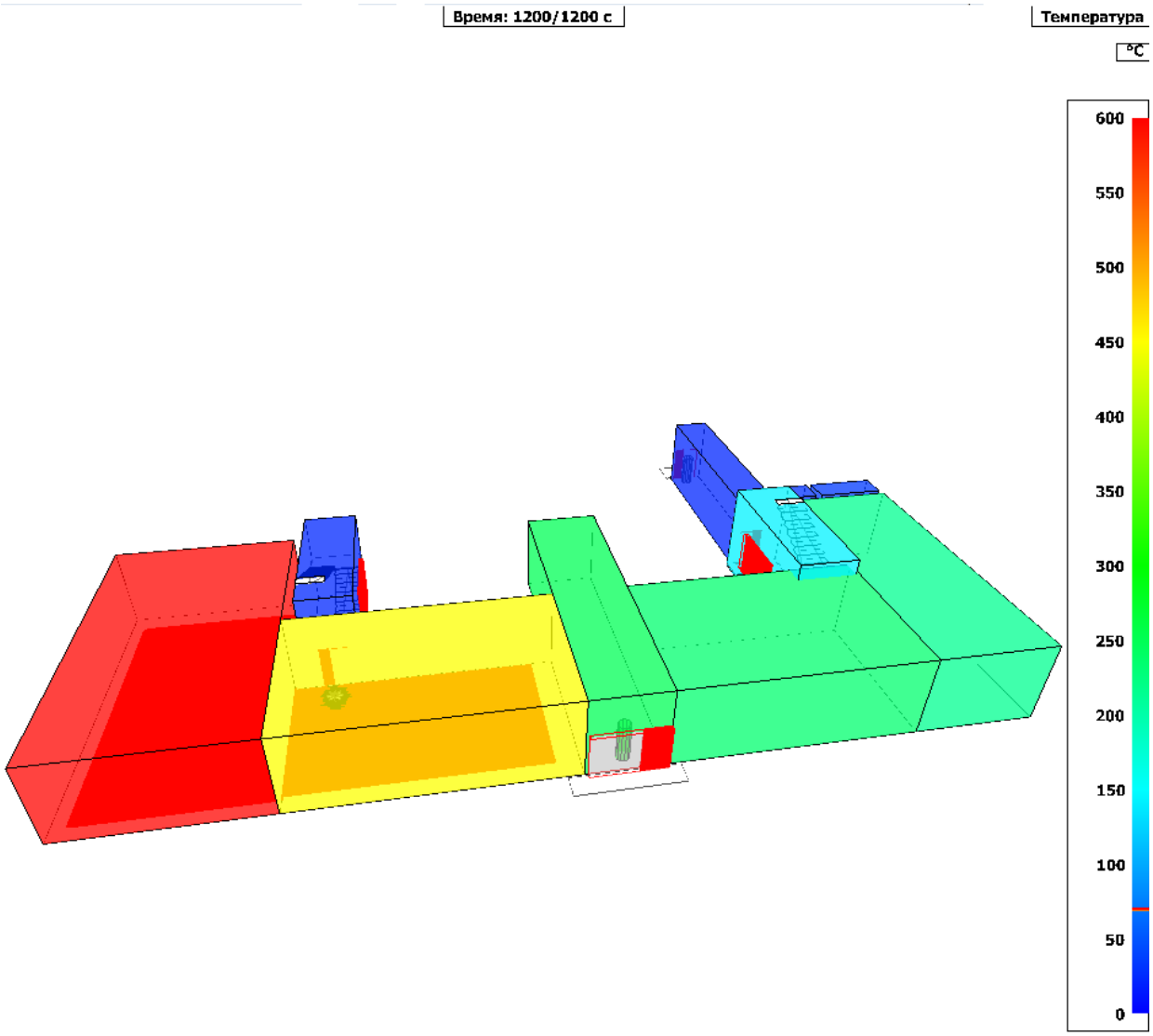
В идеале они должны совпадать, но в какой-то момент времени могут начать существенно отличаться друг от друга. Это означает, что количества кислорода недостаточно для поддержания пожара, регулируемого нагрузкой.

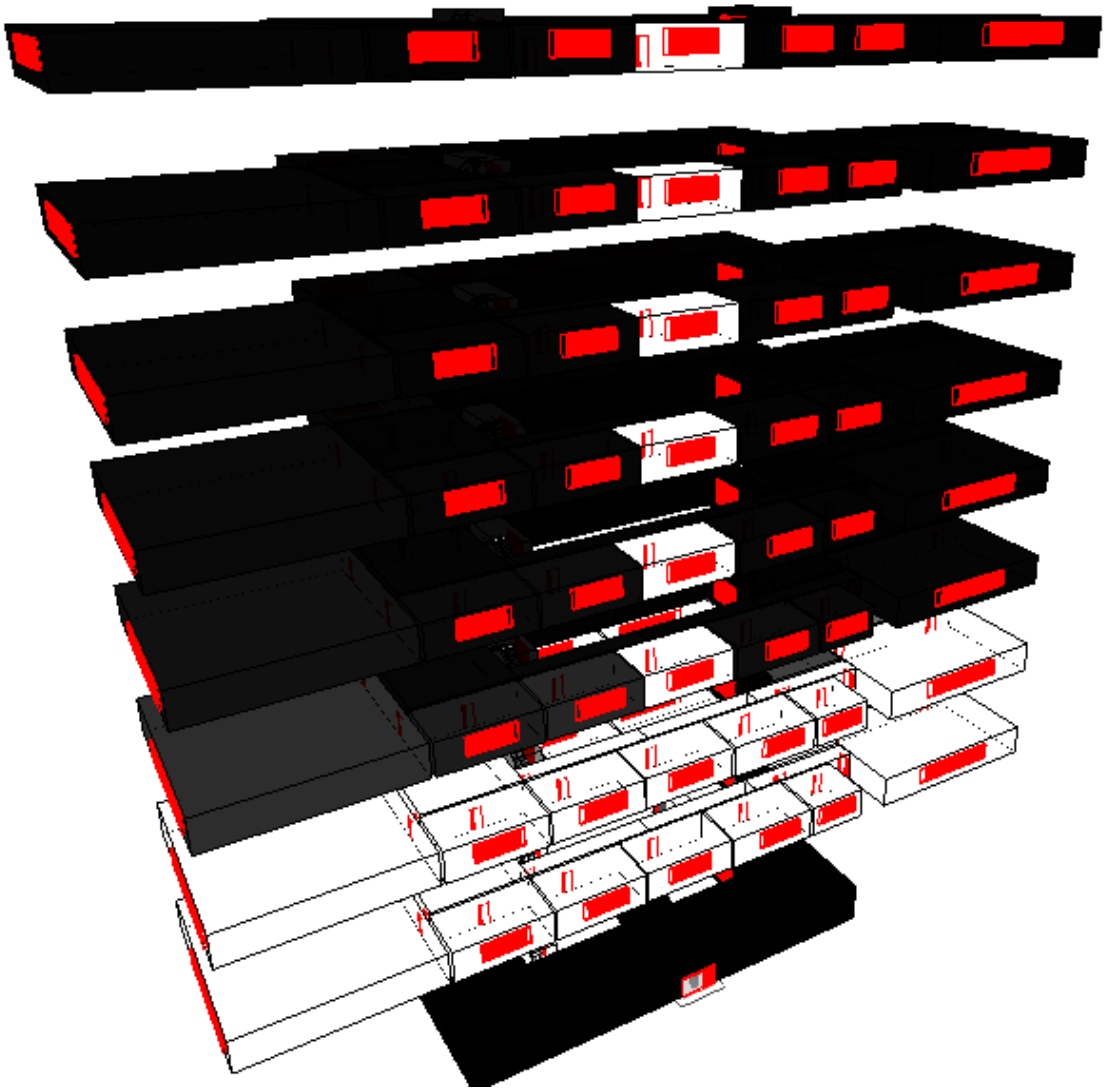
6.5.8.4. Визуализация распространения ОФП

Визуализация распространения опасных факторов осуществляется с помощью панели:



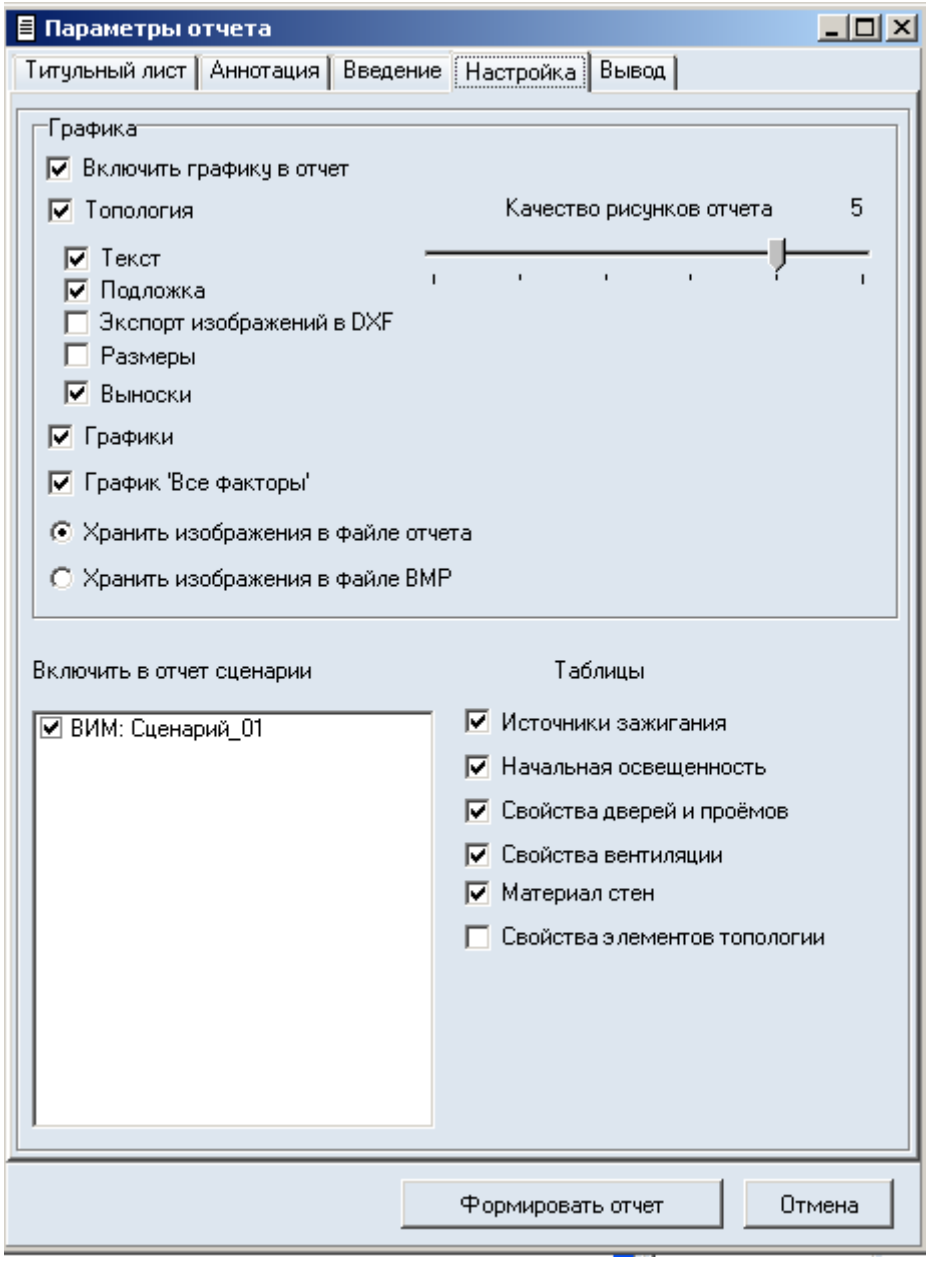
В раскрывающемся списке можно выбрать опасный фактор для визуализации. Просмотр можно осуществлять как в 2D-, так и в 3D-режиме.





6.5.8.5. Отчет

Отчет формируется при нажатии кнопки «Создать отчет» . Откроется окно, в котором можно задать параметры отчета:



После этого будет создан текстовый документ, в который будут экспортированы все графики опасных факторов и значение времени блокирования во всех расчетных точках.

6.5.9. Верификация расчета и работа с параметрами

Как уже упоминалось в п. 5.3.1, для каждого расчета необходимо выполнять верификацию для подтверждения его достоверности. Из четырех перечисленных методов верификации (проверка на соответствие обобщенной практике, оценочный расчет, анализ чувствительности, уточняющий расчет) непосредственно в расчетных программах «СИТИС: Флоутек», «СИТИС: ВИМ» и «СИТИС: Блок» можно выполнить анализ чувствительности.

Анализ чувствительности позволяет оценить влияние на расчет того или иного параметра. Как изменится время эвакуации, если изменить количество людей на 10 %? Как изменится время блокирования при увеличении площади поверхности горения или скорости распространения пламени на 15 %?

Изменение результатов должно соответствовать здравому смыслу. Если результаты серьезно меняются (например, при изменении количества человек в здании со 100 до 110 время эвакуации отличается в два раза), то в модели присутствуют «узкие места». Если, напротив, результаты практически не меняются при значительном изменении существенных параметров, это повод задуматься, адекватно ли параметр учитывается в модели. Возможно, стоит выбрать другую вычислительную модель.

Анализ чувствительности удобно проводить, используя параметры. В текущей версии программы «СИТИС: Блок» с помощью параметров можно изменять площадь поверхности горения. Подробное описание работы с параметрами приведено в п. 6.3.11.

В качестве примера выполним верификацию сценария «Сценарий №1» по следующему параметру:

- Скорость распространения пламени.

С помощью кнопки скопируем сценарий.

Увеличим скорость распространения пламени на 15%, получим значение 0,0115 м/с. Время блокирования изменилось только в расчетной точке рт_01:

ОФП	Сценарий №1	Анализ чувствительности по v	Относительное отклонение, %
По повышенной температуре	252	206	18.5
По потере видимости	310	255	17.7
По содержанию кислорода	270	221	18
По содержанию CO2	>1200	>1200	-
По содержанию CO	907	779	14.1
По содержанию HCL	291	238	18.2

Видно, что изменение скорости распространения пламени на 15% привело к изменению времени блокирования 14-18.5%. Данное изменение является адекватным.

Верификацию расчетов можно выполнять и по другим параметрам: производительности систем дымоудаления, расположению пожарной нагрузки, наличию открытых дверей или проемов. Результат должен быть оценен с точки зрения здравого смысла и соответствия концептуальной модели.

6.6. Верификация математической и концептуальной модели пожара

По итогам выполненных расчетов распространения ОФП специалист должен оценить адекватность результатов расчета; понять, все ли существенные параметры были учтены; решить, верно ли были выбраны концептуальная и математическая модели; сделать заключение о возможности использования полученных результатов в дальнейших расчетах.

Некоторые методы верификации описаны в п. 5.3.1.

6.7. Шаг 4. Построение расчетного сценария пожара в «СИТИС: Блок»

Перед началом построения сценария пожара нужно определить количество, свойства и расположение пожарной нагрузки, а также — какие помещения участвуют в моделировании. Эти данные определяются по заданию на расчет и служат исходными данными для расчета.

В программе «СИТИМ: Блок» выполняется расчет сценария № 2.

Сценарий № 2

Проектный пожар возникает на втором этаже в помещении в осях 7-9/Ж-И.

Удельную пожарную нагрузку принять по справочным данным (Мебель: Дерево + Облицовка). Вид развития пожара — круговое распространение по твердой горючей нагрузке. Площадь пожарной нагрузки принять равной площади помещения.

В расчет включить следующие помещения второго этажа:

помещение пожара, коридоры.

Двери в помещение пожара условно считать открытыми, двери в остальные помещения считать закрытыми.

Отделку помещений и коридоров считать негорючей.

Выполнить расчет:

- без учета работы системы дымоудаления из коридоров;
- с учетом работы системы дымоудаления из коридоров второго этажа (клапаны 1200 × 400 мм, расположены под потолком в осях Г/8-6 и Е/7-8, расход через каждый клапан 14 тыс. м^2/ч.

Расчётом определить:

- время блокирования $t_{бл}$;
- места блокирования.

6.7.1. Сценарий (картинка)

Откройте программу «СИТИС: Блок» и перейдите на вкладку «Сценарии».

Создайте сценарий с помощью кнопки «Добавить сценарий» .

В свойствах сценария выберите рассматриваемую топологию, а также укажите время расчета (обычно его нужно задать как минимум на 20 % больше полученного времени эвакуации).

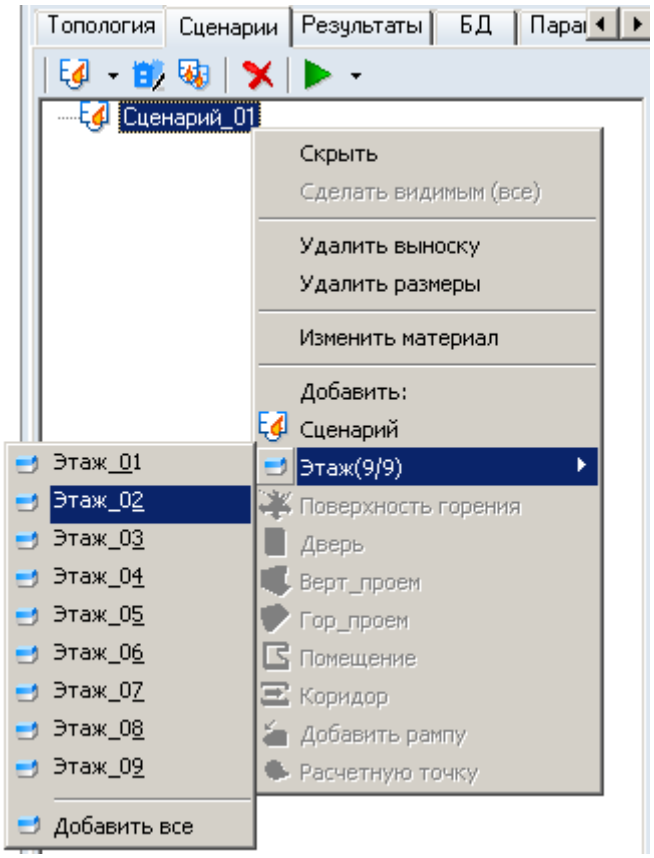
Свойство	Ед. изм.	Значение
Название		Сценарий_01
Описание		
Активный		Да
Топология		Топология_01
Время моделирования	с	600
Начальная температура	°C	20
Начальная освещенность	лк	50
Состояние дверей		100
Состояние верт. проемов		100
Состояние гор. проемов		100
Материал стен		Бетон
Определение ПДЗ по видимости		Автоматически

Свойства «Состояние дверей», «Состояние верт.проемов», «Состояние гор.проемов», «Материал стен» и «Определение ПДЗ по видимости» действуют на все соответствующие объекты сценария. Если вы хотите задать свойство для всех дверей, проемов, коридоров/помещений или расчетных точек разом, используйте свойства сценария.

Обратите внимание, что если изменить свойство сценария, то изменятся свойства всех соответствующих объектов сценария!

6.7.2. Геометрия

Добавьте в сценарий второй этаж.



Добавьте в сценарий объекты, **которые должны участвовать в расчете:**

Обратите внимание, что не нужно добавлять в сценарий все помещения и коридоры. Если предполагается, что дверь в какое-либо помещение закрыта, его можно исключить из расчета. **В сценарий в Блоке нужно добавлять только помещение пожара и пути эвакуации.**

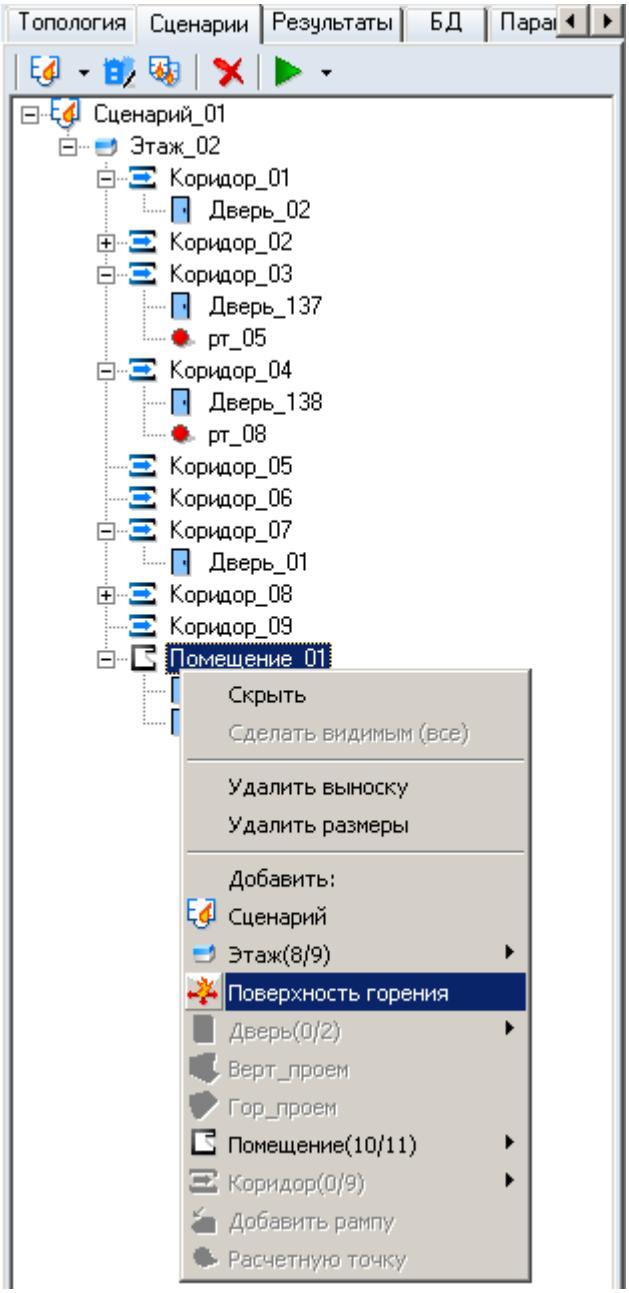
В программе «СИТИС: Блок» есть ограничение на количество объектов в сценарии: общее количество помещений и коридоров не должно превышать 30.

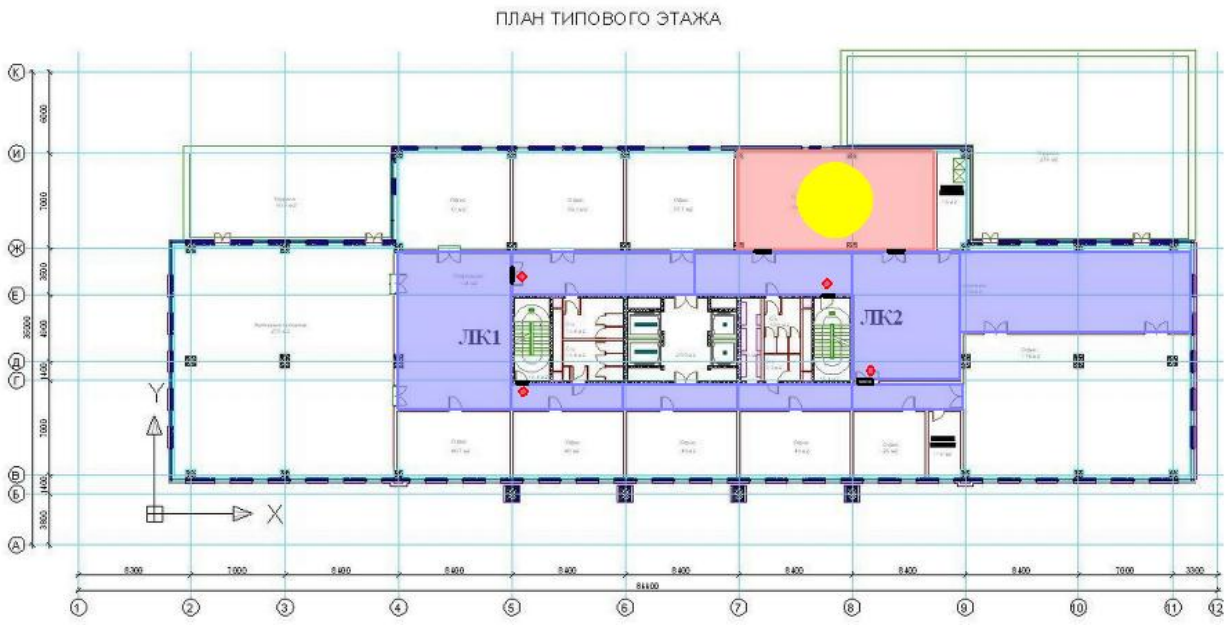
Проверьте, что добавлены все необходимые двери и расчетные точки. В случае необходимости добавьте их самостоятельно.

Если вы не добавите расчетные точки в сценарий, результатов расчета развития ОФП вы не получите. Также не будет возможности рассчитать риск в программе «СИТИС: Спринт».

6.7.3. Пожарная нагрузка

Выберите помещение или коридор, в котором начинается пожар, и добавьте поверхность горения:





Далее необходимо задать свойства горючей нагрузки:

Свойство	Ед. изм.	Значение
Название		Поверхность горения_01
Площадь	м²	20
Типовая горючая нагрузка		Мебель; дерево+облицовка (0,9+0
η – Коэффициент полноты г		0.97
Q – Низшая теплота сгорани	МДж/кг	14.4
ψ_F – Удельная массовая ск	кг/(м²·с)	0.0135
v – Линейная скорость расп	м/с	0.0154
L_{O2} – Удельный расход кис	кг/кг	1.288
Dm – Дымообразующая спо	Нп·м²/кг	84.1
Макс. выход CO_2	кг/кг	1.55
Макс. выход CO	кг/кг	0.0367
Макс. выход HCl	кг/кг	0.0036
Критерий возгорания		Время
Величина критерия возгора	с	0
Выноска		Да
Размеры		Да

Свойства можно выбрать из базы данных Кошмарова [3] (типовая горючая нагрузка) либо задать вручную (если есть информация из каких-либо других источников).

Площадь — это площадь горючей нагрузки, то есть **максимальная** площадь, которая может быть охвачена пламенем. Пожар начинается из

центра нагрузки (в начале расчета площадь пожара равна нулю), а затем пламя распространяется по нагрузке радиально до тех пор, пока вся нагрузка не будет охвачена пламенем. То есть скорость тепловыделения изменяется от нуля (в начале расчета) до максимума (когда горит вся нагрузка).

При создании площадь поверхности горения устанавливается равной площади помещения, умноженной на заданный коэффициент. Коэффициент можно изменить в «Настройках».

Зададим площадь нагрузки равной всей площади помещения, тип нагрузки «Мебель: дерево+облицовка».

Критерий возгорания. В сценарии может участвовать несколько поверхностей горения. Горение их может начинаться как в определенное время, так и при достижении определенной температуры или плотности теплового потока.

Свойство	Ед. изм.	Значение
Название		Поверхность горения_01
Площадь	м²	50
Типовая горючая нагрузка		Мебель; дерево+облицовка (0
η – Коэффициент полноты горения		0.97
Q – Низшая теплота сгорания	МДж/кг	14.4
ψ_F – Удельная массовая скорость выгорания	кг/(м²·с)	0.0135
v – Линейная скорость распространения пламени	м/с	0.0154
L_{O2} – Удельный расход кислорода	кг/кг	1.288
Dm – Дымообразующая способность горящего материала	Нп·м²/кг	84.1
Макс. выход CO_2	кг/кг	1.55
Макс. выход CO	кг/кг	0.0367
Макс. выход HCl	кг/кг	0.0036
Критерий возгорания		Время
Величина критерия возгорания	с	Время Температура Тепловой поток
Выноска		
Размеры		Да

По умолчанию свойство «Критерий возгорания» имеет значение «время», а «Величина критерия возгорания» — 0 с, то есть горение начинается в момент начала моделирования.

6.7.4. Контроль давления

В отличие от реальных зданий, в стенах которых всегда имеются неплотности и мелкие отверстия, любое заданное в топологии помещение

или коридор представляет собой герметично замкнутое пространство, не связанное с окружающей средой.

Из-за герметичности при расчете пожара давление в помещениях возрастает до сотен и тысяч паскалей. Это легко понять, посмотрев на уравнение состояния газа:

$$pV = \frac{m}{M} RT .$$

При постоянном объеме помещения V из-за возрастающей температуры T и массы продуктов горения m, поступающих от источника пожара, давление p возрастает.

Чтобы избежать возможных ошибок, связанных с подобным увеличением давления (например, при учете работы вентиляции), нужно задать искусственные «мелкие отверстия» — небольшие отверстия, соединяющие здания с окружающей средой.

Для моделирования мелких отверстий нужно использовать объекты «Вертикальный проем». Свойство «Связь» проемов, предназначенных для моделирования мелких отверстий, должно иметь значение «нет», а свойство «Тип проема» в сценарии должно иметь значение «проем».

Количество и размеры мелких отверстий должны определяться в каждом конкретном случае.

Подбирайте размеры проемов исходя из того, что давление в помещениях должно составлять единицы паскалей (отрицательное давление также допустимо, если не превышает единиц паскалей). Слишком маленькие проемы не смогут эффективно сбросить давление, слишком большие могут вызвать ошибку в расчете. Возможно, вам придется выполнить несколько расчетов, прежде чем вы подберете оптимальные проемы.

Старайтесь, чтобы проемы для «сброса давления» были распределены равномерно в модели, по возможности избегайте тупиковых, застойных зон.

Создавая проемы для сброса давления, можно использовать реально существующие отверстия (двери, окна) либо создавать «виртуальные проемы», моделирующие суммарную площадь неплотностей и мелких отверстий. Такие виртуальные проемы предпочтительнее располагать внизу помещений, чтобы они не оказывали большого влияния на дымовой слой.

Добавьте в сценарий вертикальный проем в помещении пожара и двери в лестницу в коридорах.

6.7.5. Проемы и вентиляция

В сценарии можно определить тип проема: проем (отверстие), вентиляция-приток, вентиляция-вытяжка.

Свойство	Ед. изм.	Значение
Название		Верт_проем_01
Тип		Проем
Исходное состояние	%	Проем Вентиляция-приток Вентиляция-вытяжка
Время изменения состояния	с	
Конечное состояние	%	100
Выноска		Да
Размеры		Да

Если проем имеет тип «проем» (т. е. моделирует окно, щель, мелкое отверстие), то он имеет следующие свойства:

Свойство	Ед. изм.	Значение
Название		Верт_проем_01
Тип		Проем
Исходное состояние	%	100
Время изменения состояния	с	0
Конечное состояние	%	100
Выноска		Да
Размеры		Да

«Начальное состояние» и «Конечное состояние» — это процент площади открытия проема. За время расчета проем может один раз изменить свое состояние — открыться или закрыться – в момент времени «время изменения состояния».

Если проем имеет тип «вентиляция-вытяжка» либо «вентиляция-приток» (т.е. моделирует элемент системы противодымной вентиляции), то он имеет следующие свойства:

Свойство	Ед. изм.	Значение
Название		Верт_проем_01
Тип		Вентиляция-вытяжка
Исходное состояние	%	100
Время изменения состояния	с	0
Конечное состояние	%	100
Поток	м³ /с	0
Начало сокращения потока	Па	200
Давление, при котором поток равен 0	Па	300
Выноска		Да
Размеры		Да

«Поток» — это расход воздуха/дыма через вентиляционное отверстие.

«Начало сокращения потока» — давление, при котором поток начинает уменьшаться. «Давление, при котором поток равен 0» — давление, при котором поток через вентиляцию прекращается. Данные свойства не оказывают значительного влияния на расчет, и в отсутствии информации могут быть заданы значениями по умолчанию.

Помните, что проем имеет свойство «Связь», в зависимости от которого он может работать следующим образом:

Тип проема в сценарии	Значение свойства «Связь»	
	Нет	Выбран объект
Проем	Проем представляет собой открытое отверстие, ведущее в окружающую среду (окно)	Проем представляет собой открытое отверстие, ведущее в выбранное помещение/коридор
Вентиляция-вытяжка	Удаление дыма происходит из помещения/коридора в окружающую среду	Удаление дыма происходит из помещения/коридора в выбранное помещение/коридор
Вентиляция-приток	Приток воздуха происходит в помещение/коридор из окружающей среды	Приток воздуха происходит в помещение/коридор из выбранного помещения/коридора

С помощью проемов можно оценить влияние системы противодымной защиты на распространение ОФП.

Создайте копию сценария (на вкладке «Сценарий» нажмите кнопку «Дублировать сценарий») и добавьте в коридоры клапаны дымоудаления.

Задайте свойства согласно заданию: тип «вентиляция-вытяжка», расход каждого клапана 4 $м^3/с$ (14 тыс. $м^3/ч$).

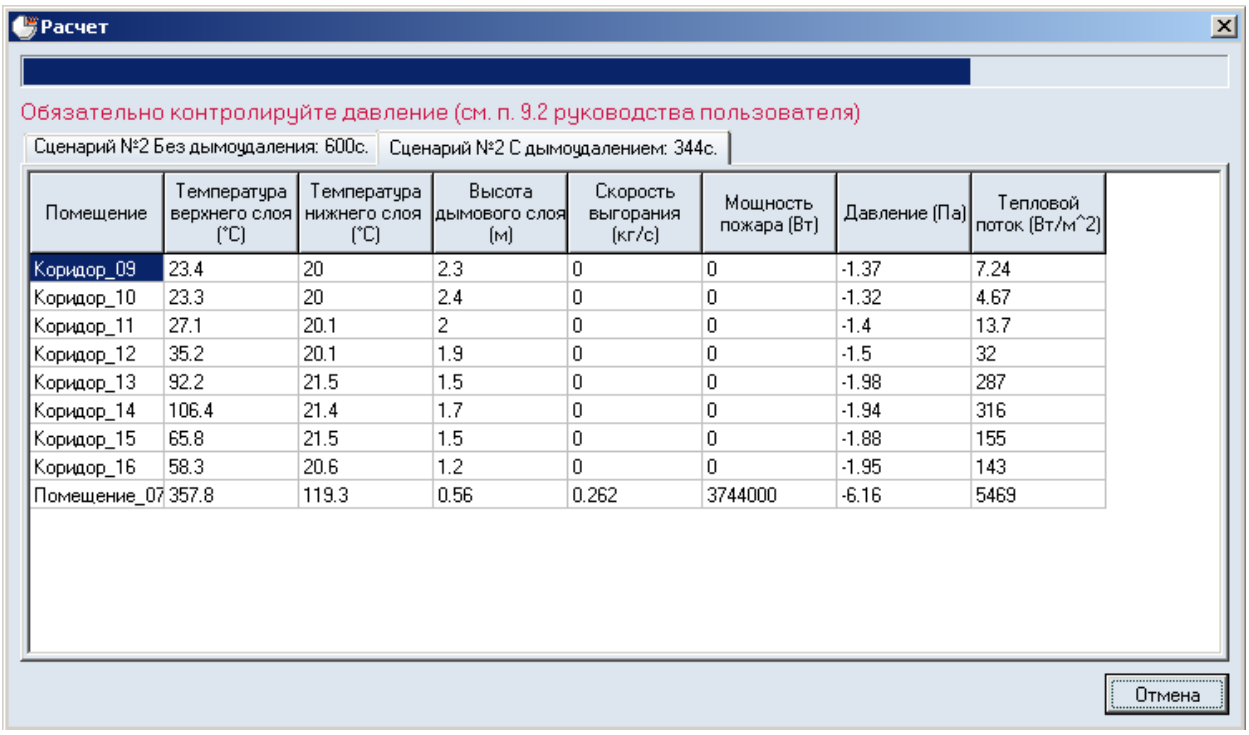
После выполнения расчета можно сравнить влияние системы дымоудаления на распространение ОФП.

6.7.6. Окно расчета

Информация по каждому сценарию располагается на отдельной вкладке. На заголовке вкладки пишется название сценария и время расчета.

В таблице приведен список помещений, участвующих в расчете. Необходимо следить за тем, чтобы числа в колонке «Давление» не превышали нескольких единиц паскалей (см. п. 6.7.4. Контроль давления).

Информация в таблице меняется в процессе расчета, иногда довольно быстро, чтобы ее можно было визуально отследить. Всю необходимую информацию можно будет посмотреть после расчета на вкладке «Результаты».



Помещение	Температура верхнего слоя (°C)	Температура нижнего слоя (°C)	Высота дымового слоя (м)	Скорость выгорания (кг/с)	Мощность пожара (Вт)	Давление (Па)	Тепловой поток (Вт/м^2)
Коридор_09	23.4	20	2.3	0	0	-1.37	7.24
Коридор_10	23.3	20	2.4	0	0	-1.32	4.67
Коридор_11	27.1	20.1	2	0	0	-1.4	13.7
Коридор_12	35.2	20.1	1.9	0	0	-1.5	32
Коридор_13	92.2	21.5	1.5	0	0	-1.98	287
Коридор_14	106.4	21.4	1.7	0	0	-1.94	316
Коридор_15	65.8	21.5	1.5	0	0	-1.88	155
Коридор_16	58.3	20.6	1.2	0	0	-1.95	143
Помещение_07	357.8	119.3	0.56	0.262	3744000	-6.16	5469

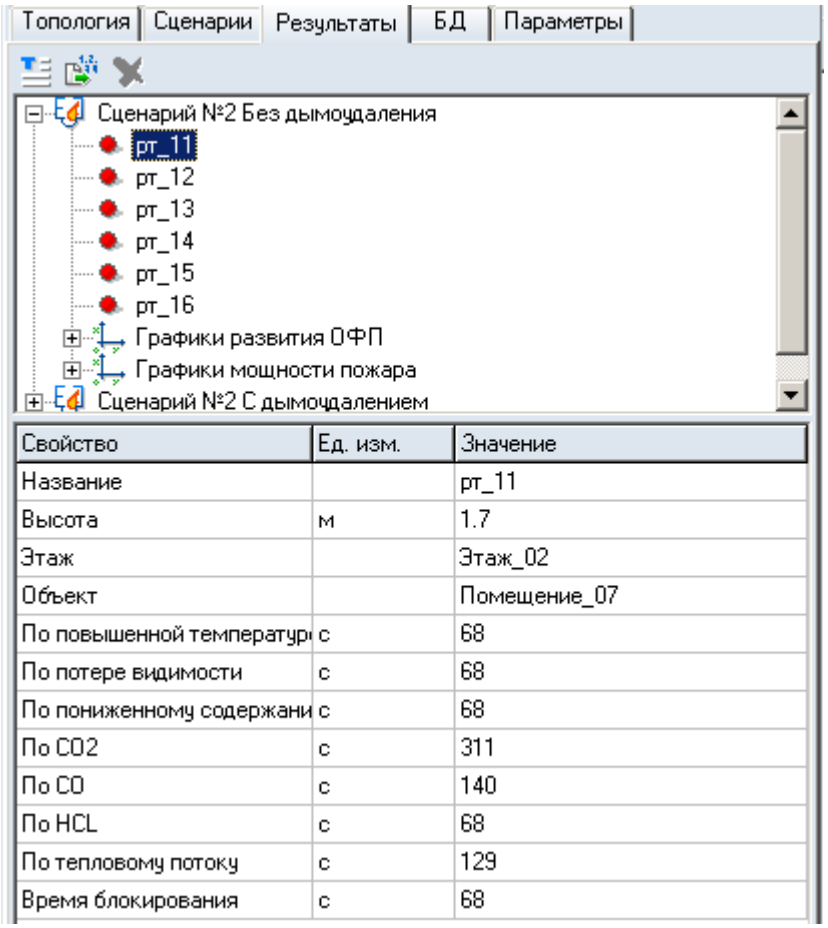
6.7.7. Результаты расчета и формирование отчета

После выполнения расчета на вкладке «Результаты» доступны следующие данные:

- значение ОФП в расчетных точках;
- графики ОФП в расчетных точках;
- график мощности пожара;
- визуализация распространения ОФП.

6.7.7.1. Значения ОФП в расчетных точках

Если выделить расчетную точку, то можно увидеть результаты расчета времени блокирования в данной точке по каждому опасному фактору:

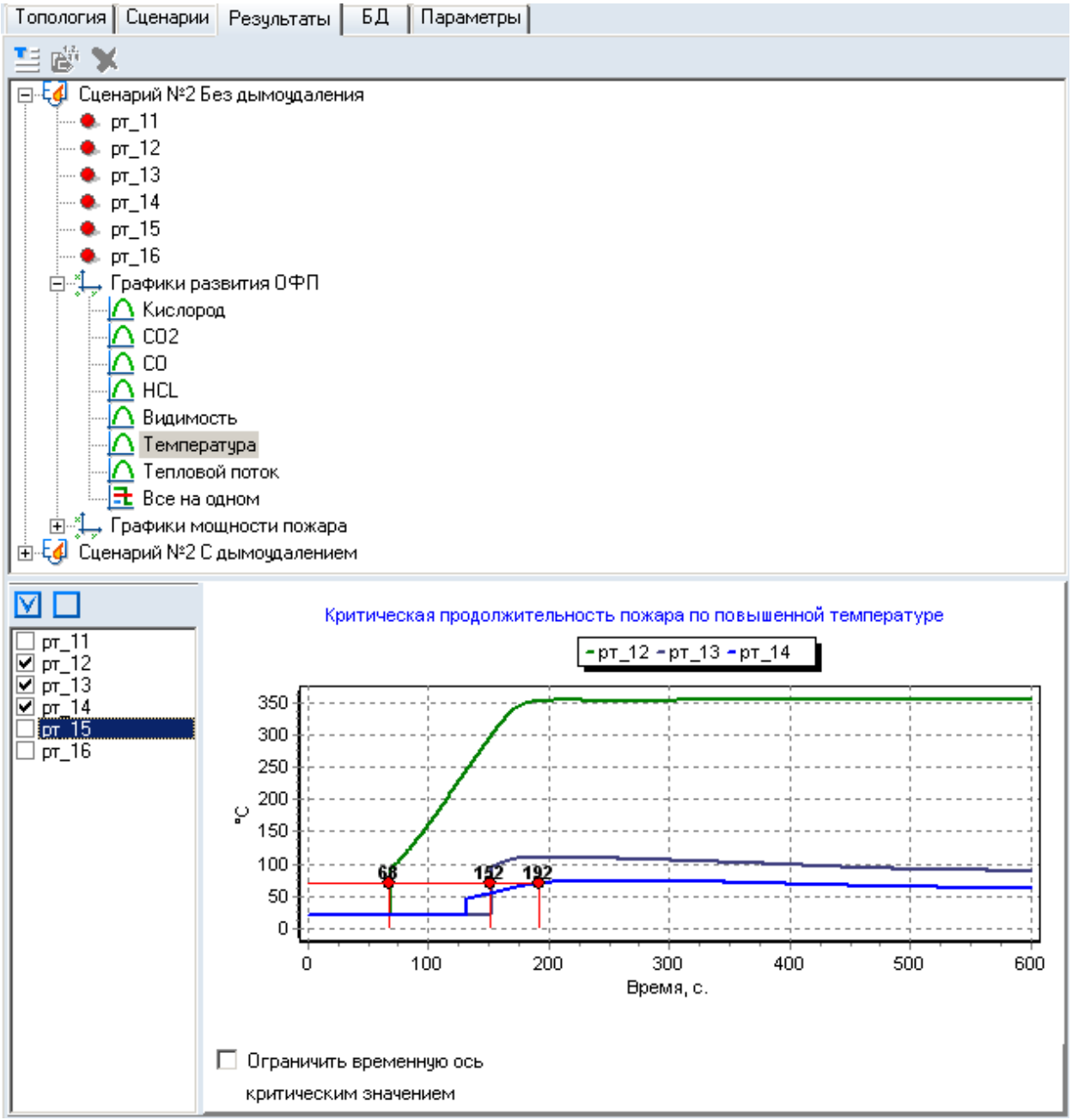


Кнопка «Экспорт данных результатов» позволяет сохранить данные о развитии ОФП в табличном виде. Выберите нужную расчетную точку, нажмите кнопку и сохраните данные в файле CSV, который затем можно открыть, например, в Excel.

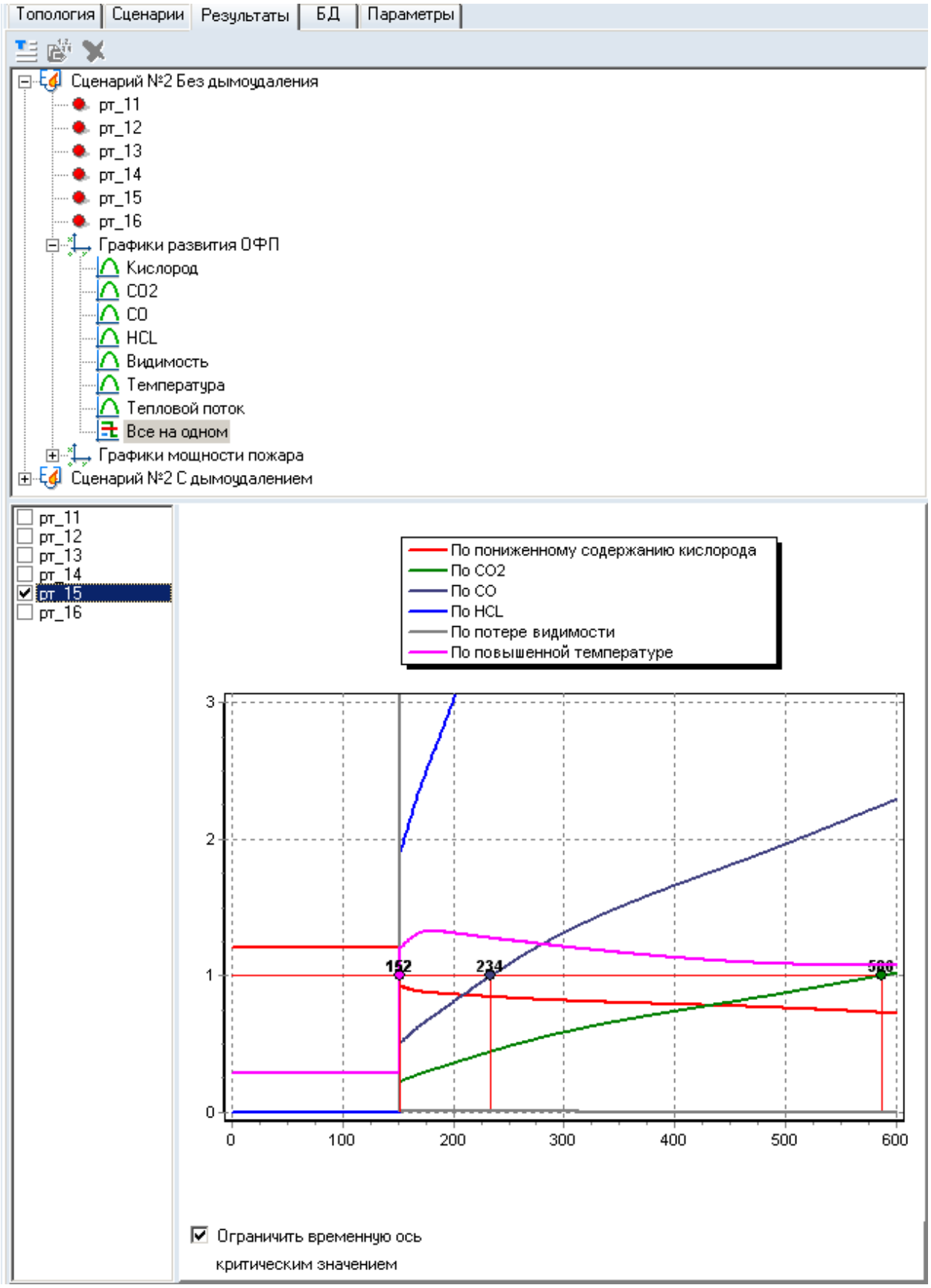
6.7.7.2. Графики ОФП в расчетных точках

Для каждой расчетной точки строятся графики изменения опасных факторов во времени.

Можно выбрать график одного из опасных факторов и посмотреть его значения в одной или нескольких точек.

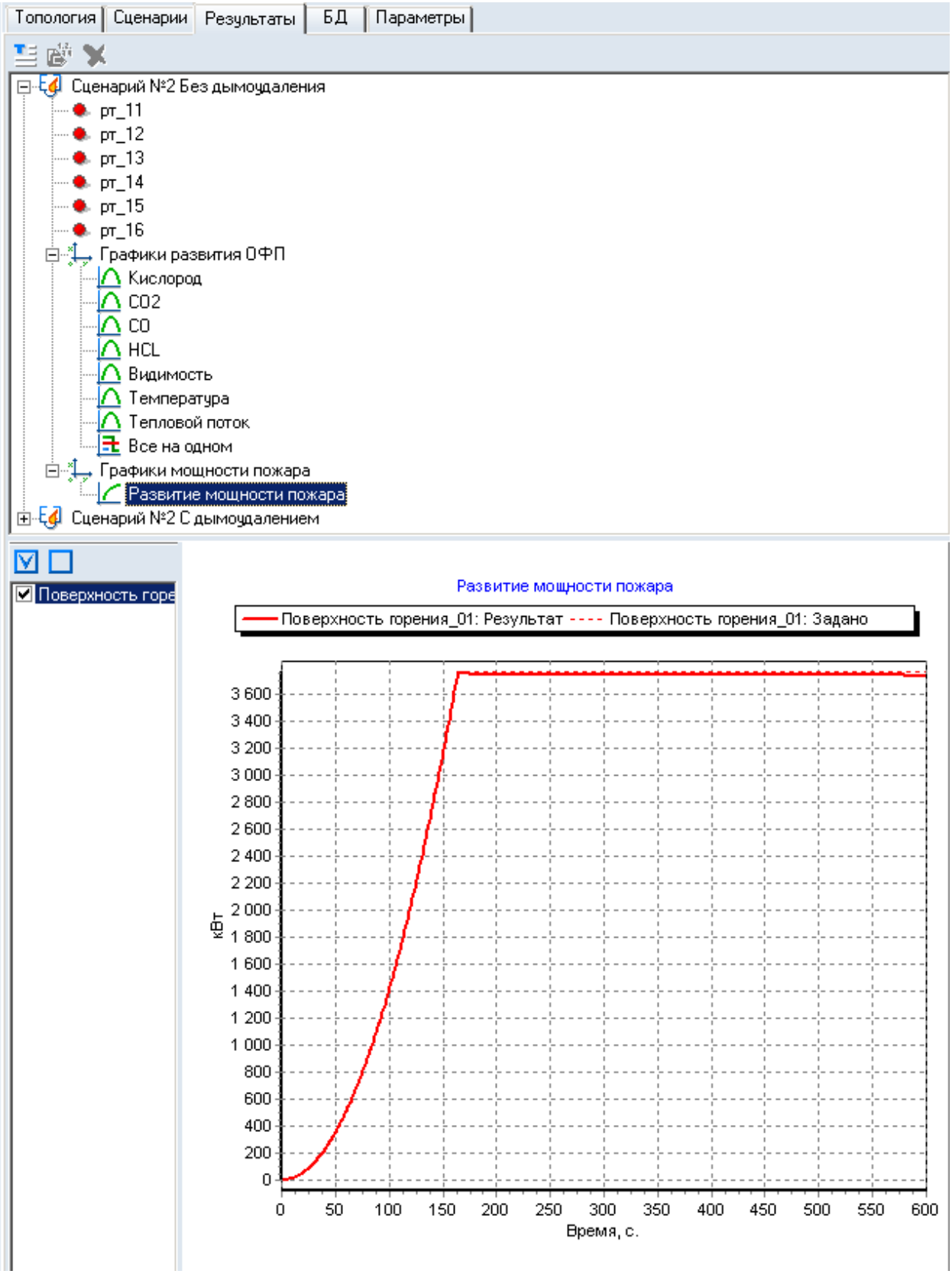


Или, выбрав «Все на одном», посмотреть графики всех опасных факторов в одном окне для одной из точек. Данный график наглядно показывает, по каким опасным факторам происходит блокирование:


Топология
Сценарии
Результаты
БД
Параметры
Сценарий №2 Без дымоудаления
рт_11
рт_12
рт_13
рт_14
рт_15
рт_16
Графики развития ОФП
Кислород
CO2
CO
HCL
Видимость
Температура
Тепловой поток
Все на одном
Графики мощности пожара
Сценарий №2 С дымоудалением
рт_11
рт_12
рт_13
рт_14
рт_15
рт_16
По пониженному содержанию кислорода
По CO2
По CO
По HCL
По потере видимости
По повышенной температуре
152
234
588
0
1
2
3
0
100
200
300
400
500
600
Ограничить временную ось
критическим значением

6.7.7.3. График мощности пожара

На графике мощности пожара для каждой поверхности горения отображаются две линии: «Задано» и «Результат».



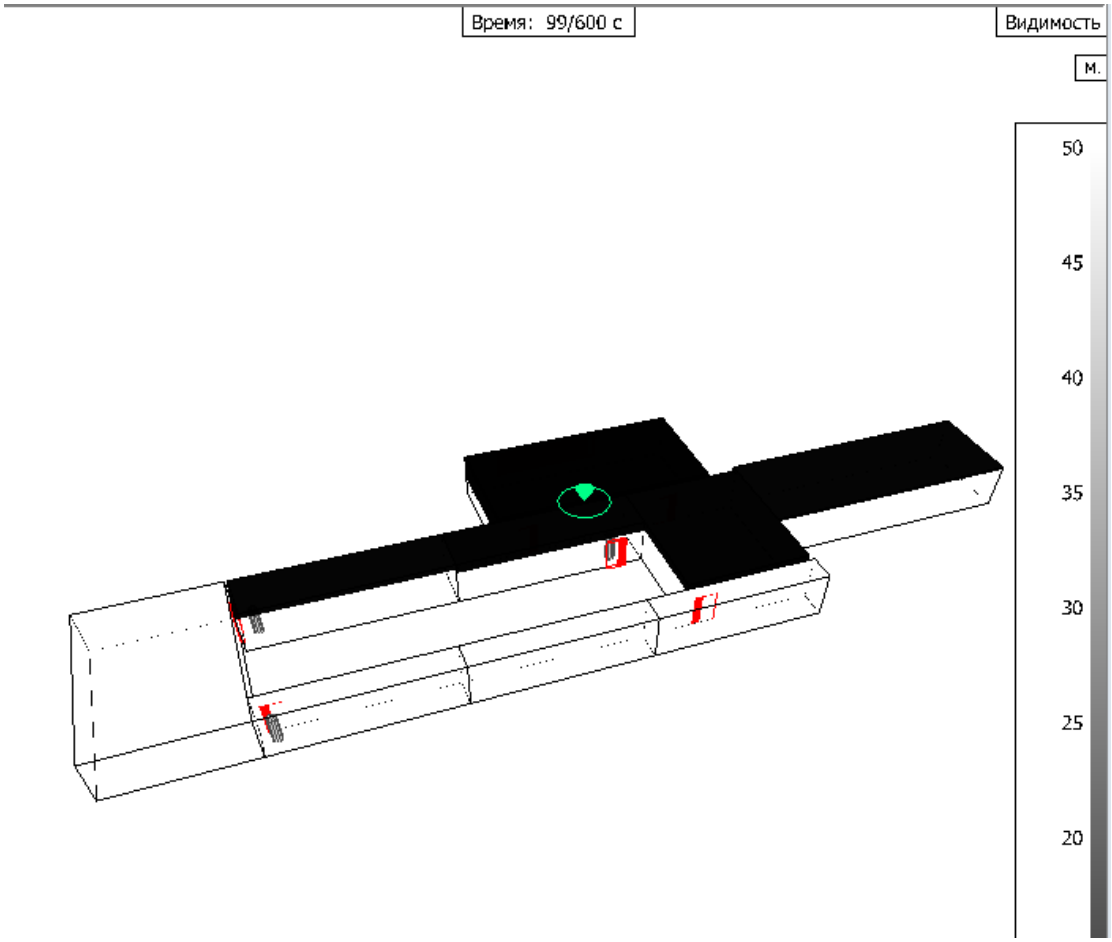
«Задано» — это мощность, вычисляемая на основе заданных параметров поверхности горения по формуле $Q = \eta \cdot \psi_{уд} \cdot Q_{Н}^{Р} \cdot F$, та мощность, которая сможет развиться при достаточном количестве кислорода. «Результат» — это мощность с учетом реального количества кислорода в модели.

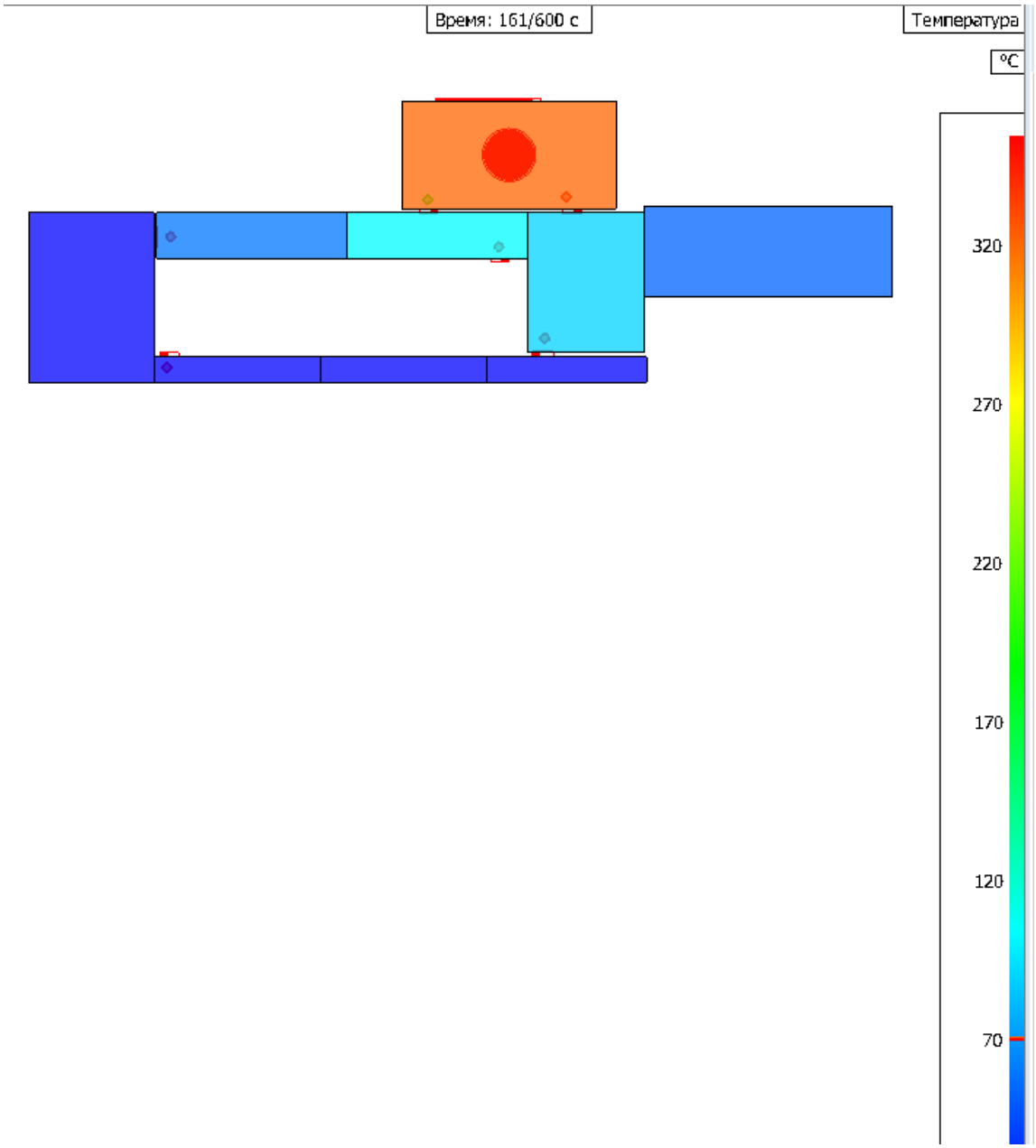
В идеале они должны совпадать, но в какой-то момент времени могут начать существенно отличаться друг от друга. Если это произошло после того, как расчетные точки были блокированы опасными факторами, то все можно оставить как есть. Если расчетные точки еще не блокированы, а мощность уже пошла на спад, стоит создать дополнительные проемы в помещении пожара и повторить расчет.

6.7.7.4. Визуализация распространения ОФП

Визуализация распространения опасных факторов осуществляется с помощью следующей панели:

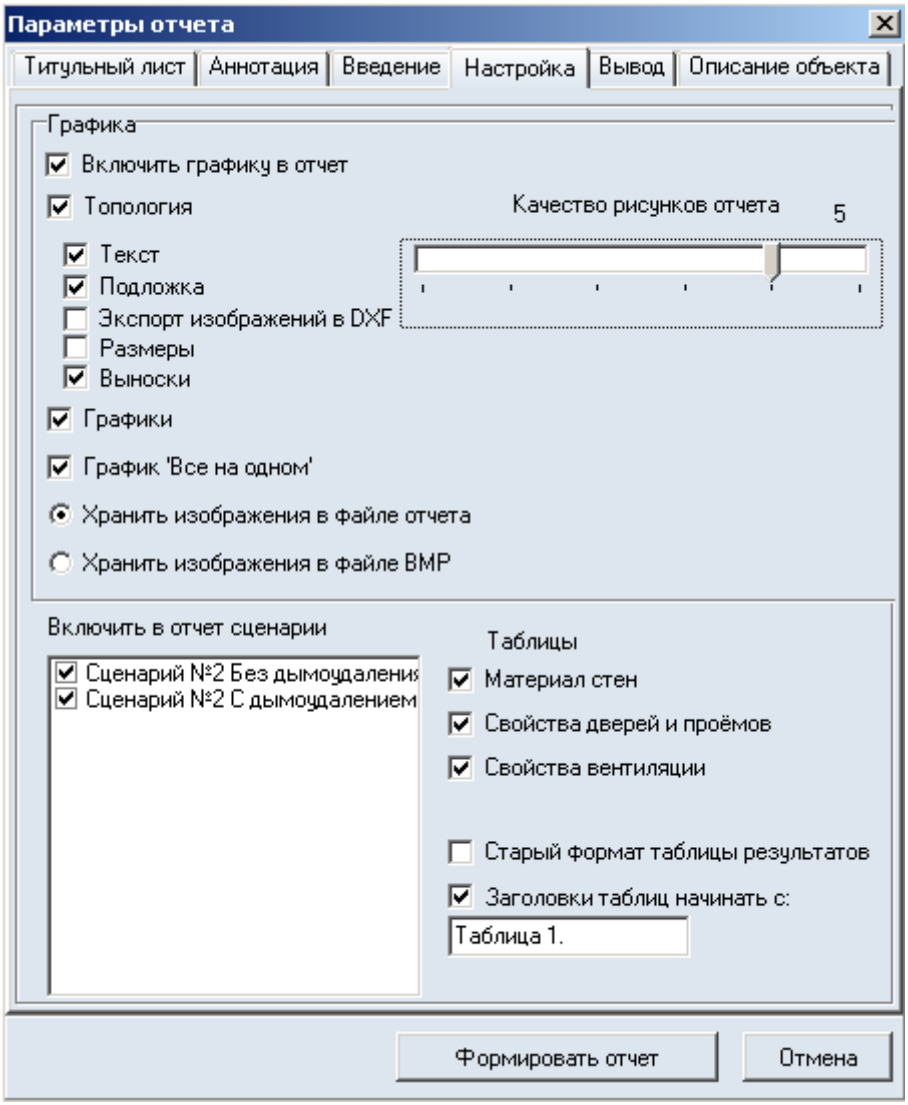
В раскрывающемся списке можно выбрать опасный фактор для визуализации. Просмотр можно осуществлять как в 2D, так и в 3D режиме.




Время: 161/600 с
Температура
°C
320
270
220
170
120
70

6.7.7.5. Отчет

Отчет формируется при нажатии кнопки «Создать отчет». Откроется окно, в котором можно задать параметры отчета:



На вкладке «Описание объекта» можно включить в отчет таблицу с описанием геометрии элементов сценария.

После нажатия кнопки «Формировать отчет» будет создан текстовый документ, в который будут экспортированы все графики опасных факторов и значение времени блокирования во всех расчетных точках.

6.7.8. Поиск ошибок

В случае возникновения ошибок при расчете программа откроет текстовый документ с протоколом расчета.

Если ошибка связана с давлением, скорее всего, либо в сценарий включены лишние двери, ведущие в окружающее пространство, либо размер проемов для сброса давления слишком большой, либо проемы распределены неравномерно и имеются тупиковые застойные зоны. Измените конфигурацию проемов для сброса давления и повторите расчет.

6.7.9. Верификация расчета и работа с параметрами

Как уже упоминалось в п. 5.3.1., для каждого расчета необходимо выполнять верификацию для подтверждения достоверности расчета. Из четырех перечисленных методов верификации (проверка на соответствие обобщенной практике, оценочный расчет, анализ чувствительности, уточняющий расчет) непосредственно в расчетных программах «СИТИС: Флоутек», «СИТИС: Блок» и «СИТИС: ВИМ» можно выполнить анализ чувствительности.

Анализ чувствительности позволяет оценить влияние на расчет того или иного параметра. Как изменится время эвакуации, если изменить количество людей на 10 %? Как изменится время блокирования при увеличении площади поверхности горения или скорости распространения пламени на 15 %?

Изменение результатов должно соответствовать здравому смыслу. Если результаты серьезно меняются (например, если при изменении количества человек в здании со 100 до 110 время эвакуации отличается в два раза), то в модели присутствуют «узкие места». Если, напротив, результаты практически не меняются при значительном изменении существенных параметров, это повод задуматься, адекватно ли параметр учитывается в модели. Возможно, стоит выбрать другую вычислительную модель.

Анализ чувствительности удобно проводить, используя параметры. В текущей версии программы «СИТИС: Блок» с помощью параметров можно изменять площадь поверхности горения. Подробное описание работы с параметрами приведено в п. 6.3.11.

В качестве примера выполним верификацию сценария «Сценарий №2 Без дымоудаления» по следующим параметрам:

- Дымообразующая способность

С помощью кнопки скопируем сценарий.

Увеличим дымообразующую способность на 15%, получим значение 96,6 $Нп*м^2/кг$. Время блокирования изменилось следующим образом:

Расчетная точка	Сценарий №2. Без дымоудаления, сек	Сценарий №2. Без дымоудаления. Анализ чувствительности по Dm сек	Относитель-ное отклонение, %
Рт_11	68	68	0
Рт_12	68	68	0
Рт_13	151	151	0
Рт_14	132	132	0
Рт_15	152	152	0
Рт_16	215	215	0

Видно, что изменение дымообразующей способности не оказало влияния на время блокирования путей эвакуации. Это объясняется тем, что время блокирования обычно наступает при достижении границей дымового слоя уровня рабочей зоны (в дымовом слое значение видимости, а также других газовых параметров достаточно быстро достигает критического значения). Увеличение дымообразующей способности уменьшит время достижения критического значения в дымовом слое, но поскольку скорость опускания дымового слоя останется неизменной, то и время блокирования путей эвакуации не изменится.

Верификацию расчетов можно выполнять и по другим параметрам: производительности систем дымоудаления, расположению пожарной нагрузки, наличию открытых дверей или проемов. Результат должен быть оценен с точки зрения здравого смысла и соответствия концептуальной модели.

6.8. Верификация математической и концептуальной модели пожара

По итогам выполненных расчетов распространения ОФП специалист должен оценить адекватность результатов расчета; понять, все ли существенные параметры были учтены; решить, верно ли были выбраны концептуальная и математическая модели; сделать заключение о возможности использования полученных результатов в дальнейших расчетах.

Некоторые методы верификации описаны в п. 5.3.1.

6.9. Шаг 5. Расчет риска в программе «СИТИС: Спринт»

После того как были выполнены расчеты времени эвакуации и времени блокирования, можно перейти к расчету индивидуального пожарного риска в программе «СИТИС: Спринт». Данная программа предназначена для сравнения расчетных сценариев эвакуации и развития ОФП и расчете на их основе индивидуального пожарного риска.

Согласно заданию на расчет:

Сценарий №1 «Пожар на первом этаже»

Время пребывания людей в здании: 10 ч

Вероятность возникновения пожара (офисное здание): 0,04

Здание оборудовано следующим системами пожарной защиты:

- система автоматического пожаротушения;
- система обнаружения пожара;
- система оповещения и управления эвакуацией;
- система противодымной защиты.

Сценарий №2 «Пожар на втором этаже»

Время пребывания людей в здании: 10 ч

Вероятность возникновения пожара (офисное здание): 0,04

Здание оборудовано следующим системами пожарной защиты:

- система автоматического пожаротушения;
- система обнаружения пожара;
- система оповещения и управления эвакуацией;
- система противодымной защиты.

В процессе построения расчетных сценариев эвакуации были рассмотрены различные варианты: общая и поэтапная эвакуация для сценария №1, расчет с дымоудалением и без дымоудаления для сценария №2.

Таким образом, необходимо построить четыре пожарных сценария:

сценарий №1. Общая эвакуация;

сценарий №1. Поэтапная эвакуация;

сценарий №2. Расчет без дымоудаления;

сценарий №2. Расчет с дымоудалением.

6.9.1. Описание программы

Откройте файл с расчетом в программе «СИТИС: Спринт». В данной программе нельзя создавать или править топологию, ее можно только просматривать.

Программа состоит из следующих частей:

1 — панель главного меню и инструментов;

2 — дерево объектов;

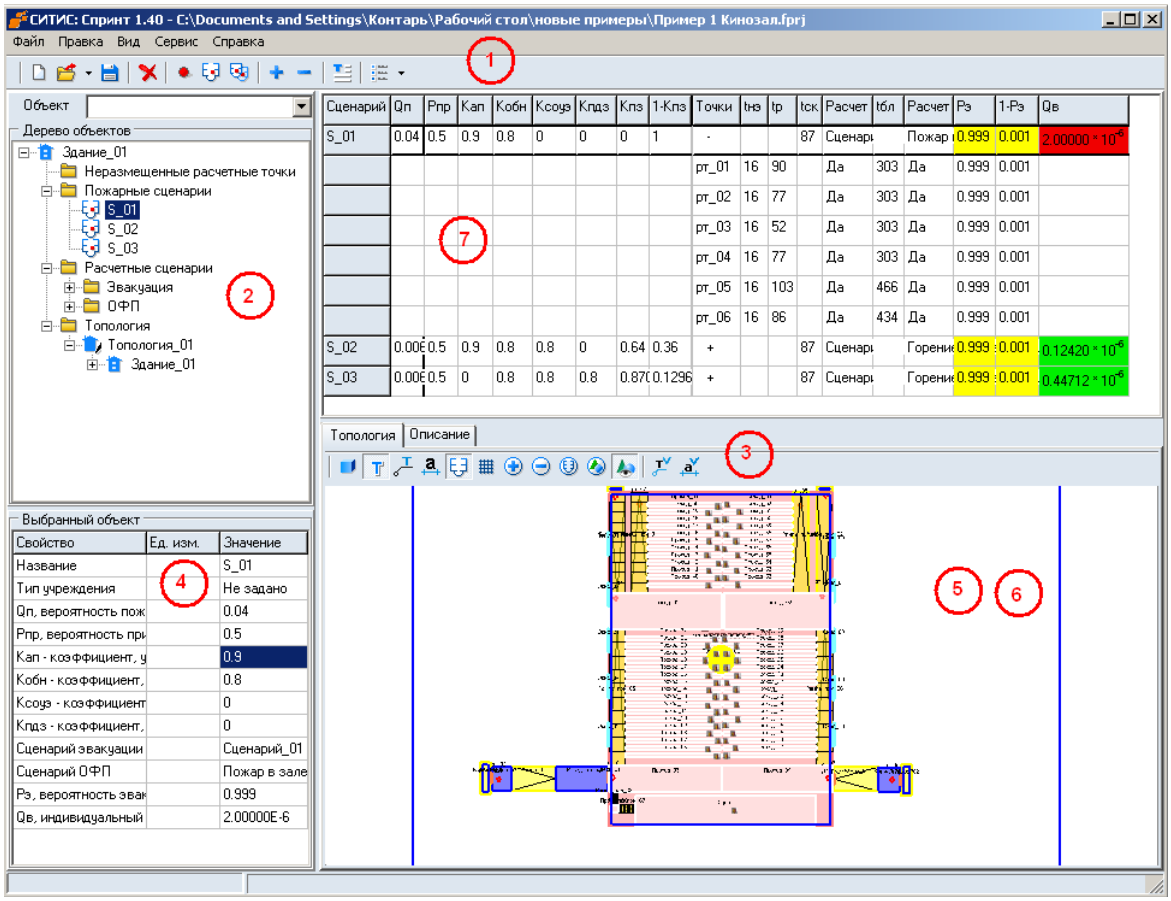
3 — поле выбора вкладок «Топология» и «Описание»;

4 — окно просмотра и редактирования свойств объектов (редактор свойств объектов);

5 — окно просмотра топологии здания, если выбрана вкладка «Топология»;

6 — окно редактирования описания объекта, если выбрана вкладка «Описание» (описание доступно для объектов «Здание», «Сценарий», «Расчетная точка»);

7 — таблица сценариев, которая позволяет выбирать сценарии и редактировать их свойства, а также добавлять и удалять из сценариев расчетные точки.



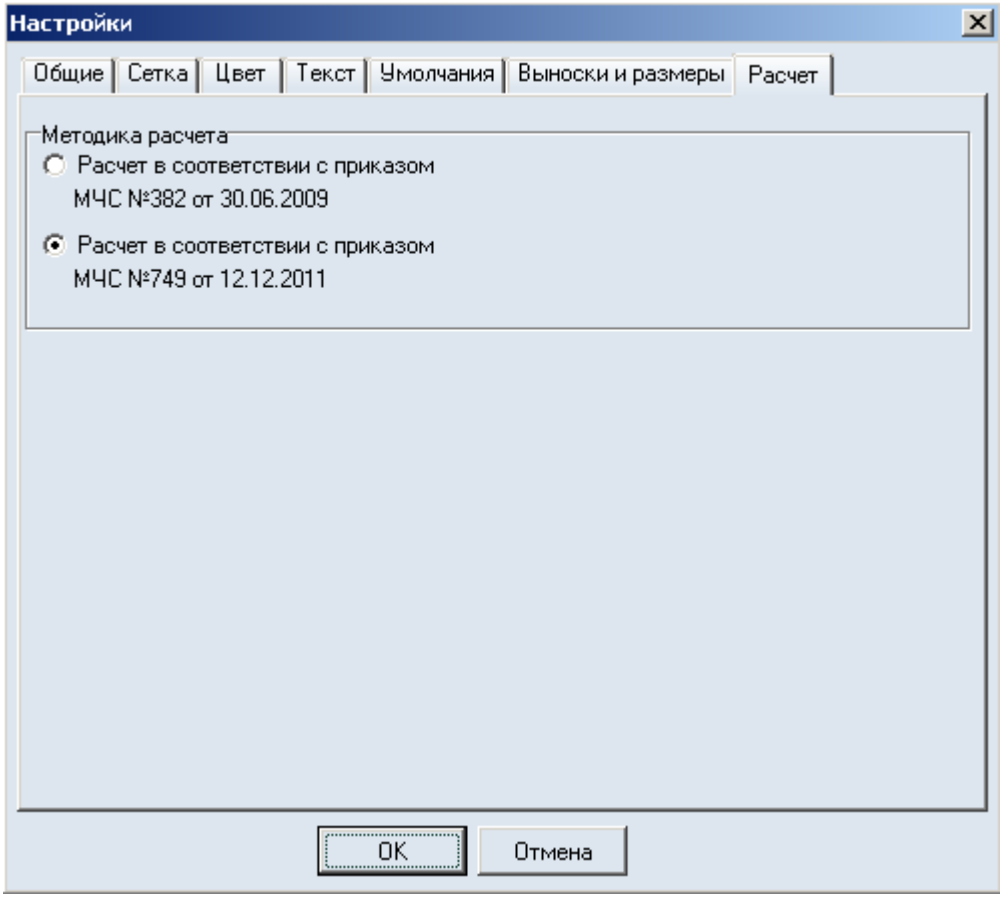
Дерево объектов состоит из следующих групп объектов:

- неразмещенные расчетные точки (точки, для которых еще неопределенно их положение в топологии, – редко используемая функция);
- сценарии расчета риска;
- расчетные сценарии эвакуации и развития ОФП (сценарии, рассчитанные в программах «СТИТС: Флоутек», «СТИТС: Блок» и «СИТИС: ВИМ»);
- топология (существующие топологии).

6.9.2. Выбор методики расчета

Программа «СИТИС: Спринт», начиная с версии 1.40, позволяет выполнить расчет индивидуального пожарного риска по методике приказа №382.

Методика, по которой выполняется расчет, выбирается на вкладке «Расчет» окна «Настройки» в меню «Сервис».



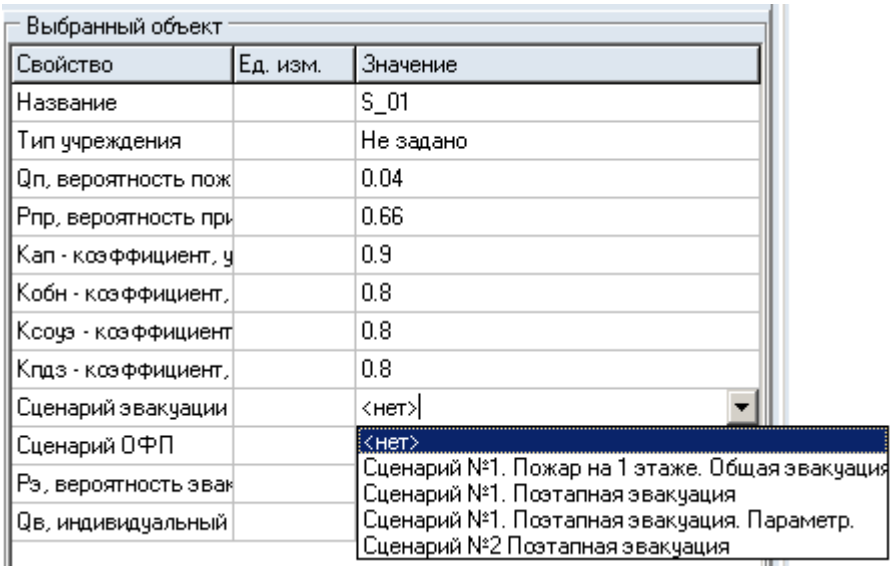
В зависимости от выбранной методики меняется формула, по которой вычисляется вероятность эвакуации, а также набор коэффициентов для систем противопожарной защиты.

В данном примере расчет выполняется в соответствии с методикой приказа №749.

6.9.3. Расчет вероятности эвакуации

Прежде всего, в сценарии расчета риска необходимо выполнить расчет вероятности эвакуации. Расчет вероятности эвакуации выполняется на основе расчетных сценариев: одного сценария эвакуации и одного сценария развития ОФП.

Эти сценарии необходимо выбрать в свойствах пожарного сценария.



Программа «СИТИС: Спринт» позволяет выбрать расчетные сценарии, в которых есть общие расчетные точки.

Если был выбран сценарий эвакуации и после этого невозможно выбрать сценарий ОФП (и наоборот), значит, в сценариях нет совпадающих расчетных точек.

Вернитесь в расчетные программы (Флоутек, Блок, ВИМ), убедитесь, что в сценарий добавлены все необходимые расчетные точки. Если нет, добавьте их и выполните расчет. После этого в «СИТИС: Спринт» сценарии станут доступны.

В таблице сценариев выводятся значения для каждого сценария пожарного риска. Чтобы развернуть список расчетных точек, нужно кликнуть по значку «+» в столбце «Точки».

Сценарий	Qп	Рпр	Кап	Кобн	Ксоуэ	Кпдэ	Кпэ	1-Кпэ	Точки	tнэ	tр	tск	Расчет	tбл	Расчет	Рэ	1-Рэ	Qв
S_01	0.04	0.66	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8704	0.1296	+			151	Сценарий №1		Сценарий №1	0.999	0.001	0.34214×10^{-6}
S_02	0.04	0.66	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8704	0.1296	-			151	Сценарий №1		Сценарий №1	0.999	0.001	0.34214×10^{-6}
									рт_06	90	514		Да	> 1200	Да	0.999	0.001	
									рт_11	90	11		Да	> 1200	Да	0.999	0.001	
									рт_12	90	12		Да	> 1200	Да	0.999	0.001	
									рт_13	90	133		Да	> 1200	Да	0.999	0.001	
									рт_14	90	51		Да	> 1200	Да	0.999	0.001	

Для каждой расчетной точки выводятся следующие значения:

время начала эвакуации;

расчетное время эвакуации;

время блокирования;

вероятность эвакуации Рэ;

вероятность того, что люди из здания не эвакуируются 1-Рэ.

Цветовые отметки помогают быстро понять, получилась вероятность эвакуации «положительной» (т.е. 0.999) или нет.

Столбец «tбл» (время блокирования путей эвакуации) помечается красным цветом, если в одной из точек время эвакуации больше, чем 0,8 * tбл.

Столбец «tск» (время существования скоплений людей на участках пути) помечается красным цветом, если время скоплений превышает 360 с (6 мин).

Столбцы «Рэ» и «1-Рэ» (вероятность эвакуации и вероятность не-эвакуации) помечаются красным цветом, если хотя бы для одной расчетной точки вероятность эвакуации меньше 0,1.

Если вероятность эвакуации хотя бы в одной расчетной точке окажется меньше 0,999, то в итоге пожарный риск будет превышать нормативное значение 10^{-6}. Поэтому, если при сравнении сценариев вероятность эвакуации оказывается меньше 0,999, нужно продумывать дополнительные меры безопасности, возвращаться в расчетные программы и выполнять расчеты с учетом принятых мер.

Создадим сценарии пожарного риска.

Пожарный сценарий	Сценарий эвакуации	Сценарий ОФП
Сценарий №1. Общая эвакуация	Сценарий №1. Пожар на 1 этаже. Общая эвакуация	Сценарий №1
Сценарий №1. Поэтапная эвакуация	Сценарий №1. Поэтапная эвакуация	Сценарий №1
Сценарий №2. Без дымоудаления	Сценарий №2. Поэтапная эвакуация	Сценарий №2. Без дымоудаления
Сценарий №2. С дымоудалением	Сценарий №2. Поэтапная эвакуация	Сценарий №2. С дымоудалением

Результаты следующие:

Пожарный сценарий	Вероятность эвакуации	Комментарии
Сценарий №1. Общая эвакуация	0	Нарушено условия беспрепятственности эвакуации (время скоплений более 6 минут)
Сценарий №1. Поэтапная эвакуация	0,999	Поэтапная эвакуация обеспечивает беспрепятственную эвакуацию
Сценарий №2. Без дымоудаления	0	Нарушено условия своевременности эвакуации (в точке рт_16 время эвакуации превышает время блокирования)
Сценарий №2. С дымоудалением	0,999	Система дымоудаления обеспечивает своевременную эвакуацию.

Таким образом, для того чтобы индивидуальный пожарный риск не превышал допустимого значения 10^{-6}, необходимо осуществлять поэтапную эвакуацию и, соответственно, предусмотреть систему оповещения не ниже 4 типа, а также выполнять дымоудаление из коридоров офисного этажа.

Для увеличения вероятности эвакуации существуют следующие возможности:

– ограничить количество людей;

– ограничить пожарную нагрузку в помещении;

– выполнить конструктивные изменения (размеры дверных проемов, коридоров, расположение лестницы, выхода и т. п.);

– изменить тип системы оповещения;

– добавить систему противодымной защиты.

Затем необходимо внести изменения в расчетные сценарии, заново выполнить расчеты развития ОФП и эвакуации и вновь с помощью программы «СИТИС: Спринт» проанализировать величину риска.

6.9.4. Построение сценария расчета риска

После того как выполнен расчет вероятности эвакуации, нужно задать остальные свойства пожарного сценария:

– вероятность пожара;

– вероятность присутствия людей (время пребывания людей в здании разделить на 24 часа);

– коэффициенты, определяющие соответствие систем противопожарной защиты нормативным документам.

Все эти параметры, включая расчетные сценарии, можно изменять как в свойствах сценария, так и в таблице сценариев.

Выбранный объект

Свойство	Ед. изм.	Значение
Название		Сценарий №2. Без дымоудаления
Тип учреждения		Не задано
Qп, вероятность пож		0,04
Рпр, вероятность при		0,42
Кап - коэффициент, у		0,9
Кобн - коэффициент,		0,8
Ксоуэ - коэффициент		0,8
Кпдз - коэффициент,		0
Сценарий эвакуации		Сценарий №2 Поэтапная эвакуация
Сценарий ОФП		Сценарий №2 Без дымоудаления
Рэ, вероятность эвак		0
Qв, индивидуальный		604,80000E-6

Обратите внимание, что только эти параметры оказывают влияние на величину риска. Если вероятность эвакуации составила 0.999, то уже ни уменьшением времени эвакуации, ни увеличением времени блокирования невозможно уменьшить величину пожарного риска. На величину пожарного риска можно повлиять изменением вероятности пожара, вероятности присутствия людей и добавлением систем противопожарной защиты.

6.9.5. Поиск ошибок

Если не удается выбрать одновременно сценарий эвакуации и сценарий развития ОФП, скорее всего вы не включили расчетные точки в сценарий программы «СИТИС: Флоутек».

6.9.6. Формирование заготовки отчета

Нажмите кнопку «Создать отчет» на панели инструментов. В файл заготовки отчета будут выведены планы всех этажей, а также информация о каждом сценарии расчета риска — вероятность срабатывания систем, вероятность присутствия людей в здании, вероятность возникновения пожара, время эвакуации и время блокирования в каждой расчетной точке и результат расчета индивидуального пожарного риска.

Для преобразования автоматически сгенерированной заготовки отчета в отчет, являющийся результатом работы по моделированию пожарных сценариев и расчету риска, следует выполнить проверку отсутствия ошибок ввода и интерпретации данных и установить достоверность полученных результатов в соответствии с процедурами обеспечения качества, принятыми в организации.

6.10. Оформление результатов расчета индивидуального пожарного риска

Каждая из программ «СИТИС: Флоутек», «СИТИС: Блок», «СИТИС: ВИМ» и «СИТИС: Спринт» позволяет сформировать отчет с результатами работы. Однако эти отчеты могут быть трудночитаемы, не наглядны, содержать избыточную информацию, а потому требуют тщательного анализа, объединения полученных сведений в единый документ, добавления описательной части.

Заключение

Применение современных компьютерных программ для расчета пожарного риска является приоритетным направлением развития современной системы гибкого нормирования. Действующая система нормативных правовых актов в области технического регулирования, в частности, в области оценки соответствия объектов требованиям пожарной безопасности, предполагает применение риск-ориентированного подхода.

Риск-ориентированный подход представляет собой метод осуществления экспертизы проектных решений и государственного контроля (надзора), при котором решение о соответствии установленным требованиям, а также выбор видов и сроков проведения дальнейших контрольных мероприятий определяется категорией риска или классом опасности объекта защиты.

Выпускники вузов пожарного и строительного профиля должны владеть современными вопросами обеспечения и проверки безопасности объектов строительства, в том числе методиками оценки пожарного риска с использованием постоянно обновляемых программных средств. Настоящее учебное пособие является практическим руководством по применению пакета программ СИТИС, широко применяемого для расчета показателей пожарного риска общественных и жилых зданий. Настоящее пособие ориентирует на прямое применение прикладного пакета программ для решения задач, определенных в Методике, и классификации объектов защиты.

Кроме того, в пособии рассмотрены важнейшие вопросы, позволяющие классифицировать объекты по показателям пожарной опасности. На основании законодательно установленных требований предусмотрены два равнозначных подхода: а) по классу (категории) опасности; б) по категории риска. Отнесение к определенному классу (категории) опасности осуществляется с учетом тяжести потенциальных негативных последствий возможного несоблюдения юридическими лицами, индивидуальными предпринимателями обязательных требований.

Отнесение объектов надзора к определенной категории риска или классу (категории) опасности невозможно без современных программ. Применение комплексов программ позволяет вывести на качественно новый уровень противопожарную защиту зданий.

Список использованной литературы

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Текст] : Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ.

2. Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности [Текст] : Приложение к приказу МЧС России № 382 от 30.06.09 г.

3. Кошмаров, Ю. А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении [Текст] : учебное пособие / Ю. А. Кошмаров. – М. : Академия ГПС МЧС России, 2000. — 118 с.

4. Расчет индивидуального пожарного риска для общественных зданий [Текст] : материалы семинара Уральского института ГПС МЧС, г. Екатеринбург, 19-21 мая 2009 г. — Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России.

5. Грачев, В. Ю. Введение в моделирование пожаров для расчета пожарного риска [Текст] / В. Ю. Грачев. — Екатеринбург, 2009. — 69 с.

6. Холщевников, В. В. Эвакуация и поведение людей при пожарах [Текст] : учеб. пособие / В. В. Холщевников, Д. А. Самошин. – М. : Академия ГПС МЧС России, 2009. — 212 с.

7. Холщевников, В. В., Натурные наблюдения людских потоков [Текст] : учеб. пособие / В. В. Холщеников, Д. А. Самошин, И. И. Исаевич. – М. : Академия ГПС МЧС России, 2009. — 191 с.

8. Холщевников, В. В. Исследования людских потоков и методология нормирования эвакуации людей из зданий при пожаре [Текст]/В.В. Холщевников. — М., 1999. — 93 с.

9. .Описание комплекса программ «СИТИС: Спринт» для расчета пожарного риска.

10. Руководство пользователя «СИТИС: Блок ».

11. Руководство пользователя «СИТИС: Спринт ».

12. Руководство пользователя «СИТИС: Флоутек ».

13. Руководство пользователя «СИТИС: ВИМ ».

14. ТР-5042. Валидация математических моделей пожаров. Обзор зарубежных источников. Грачев В. Ю. СИТИС, 2009

15. ТР-5044. Пожарная нагрузка. Обзор зарубежных источников. Под редакцией Грачева В. Ю. — СИТИС, 2009.

16. ТР-5045. Противодымная защита атриумных зданий. Обзор зарубежных источников. Под редакцией Грачева В. Ю. — СИТИС, 2009.

17. NFPA 551. Guide for the Evaluation of Fire Risk Assessments. 2010 Edition.

18. СТО СИТИС-102-16. Оформление расчетов пожарных рисков и численного моделирования явлений при пожаре. – СИТИС, 2016.

Е. Н. Брюхов, С. В. Шархун, А. Ю. Медведев, Э.А.Ожегов, А.В. Вагин,
Г.Л. Шидловский, И.Ю. Котов, В. Ю. Грачев, Н. А. Контарь

Учебное пособие

Прикладные программы для расчета пожарного риска

Специальность 20.05.01 Пожарная безопасность
Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность

Редактор Т.В. Девятова

Подписано в печать 10.11.2016.
Тираж 500 экз.
Объем 3,3 учет.-изд. л. Бумага писчая
Редакционно-издательский отдел
Уральского института ГПС МЧС России
Екатеринбург, ул. Мира, 22

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» (ФГАОУ ВО «СПбПУ»)

Совет федеральных учебно-методических объединений по университетскому политехническому образованию

195251, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29
Телефон: (812) 294-21-65
E-mail: umo@spbstu.ru
Факс (812) 294-21-65

РЕШЕНИЕ

От 11.04.2017 № УМО-18-17гр

По представлению председателя Северо-Западного отделения федерального учебно-методического объединения в системе высшего образования по укрупненным группам специальностей и направлений подготовки 20.00.00. «Техносферная безопасность и природообустройство» С.В. Ефремова, считать возможным издание рукописи Е.Н. Брюхова, С.В. Шархуна, А.Ю. Медведева, Э.А. Ожегова, А.В. Вагина, Г.Л. Шидловского, И.Ю. Котова, В.Ю. Грачева, Н.А. Контаря «Прикладные программы для расчета пожарного риска» (после редакторской правки) с формулировкой на титульном листе учебного издания: «Рекомендовано федеральным учебно-методическим объединением в системе высшего образования по укрупненным группам специальностей и направлений подготовки 20.00.00. «Техносферная безопасность и природообустройство» в качестве учебного пособия для реализации основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки бакалавров 20.03.01 «Техносферная безопасность» и специальности 20.05.01 «Пожарная безопасность».

Срок действия решения Совета о рекомендации к опубликованию учебного пособия составляет 1 (один) год.

Заместитель председателя
Совета федеральных УМО
по университетскому политехническому
образованию, проректор А. И. Боровков

Исп. зам. директора НМЦ КС федеральных УМО «Инженерное дело»
Егорова Н.Ю.. 8-904-338-46-93, 8(812) 294-21-65

Утверждаю:
Директор
Института фундаментального образования
ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого
Президента России Б.Н. Ельцина»
кандидат технических наук, доцент
_____И.Н. Обабков
«_____»_____2017г.

РЕЦЕНЗИЯ

на рукопись учебного пособия «Прикладные программы для расчета пожарного риска»

Авторы: Е. Н. Брюхов, С. В. Шархун, А. Ю. Медведев, Э.А.Ожегов, А.В. Вагин, Г.Л. Шидловский, И.Ю. Котов, В. Ю. Грачев, Н. А. Контарь

Приоритетным направлением модернизации высшего образования на сегодняшний день является процесс информатизации, призванный обеспечить требуемый уровень сформированности общетехнических и профессиональных компетенций с учетом индивидуальных особенностей обучающихся.

Качественная подготовка специалистов в любой сфере деятельности невозможна без современного учебно-методического сопровождения. Наличие учебных пособий позволяет курсантам, студентам и слушателям самостоятельно освоить необходимый теоретический и расчетно-практический материал, играющий решающую роль при формировании необходимых компетенций.

В соответствии с требованиями действующих федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования компетентность специалистов должна соответствовать запросам потребителей – МЧС России и общества в целом. На сегодняшний день в области обеспечения пожарной безопасности одним из востребованных компонентов подготовки специалистов является формирование знаний в области риск-ориентированного подхода и прогнозирования чрезвычайных ситуаций. Это связано с тем, что научно-технический прогресс способствует не только повышению производительности и улучшению условий труда, но и приводит к

увеличению риска катастроф и аварий. Предупреждение и ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций является одной из основных проблем при реализации государственной политики.

Представленная на рецензию рукопись учебного пособия полностью соответствует учебным программам дисциплин «Пожарная безопасность в строительстве» и «Пожарная безопасность технологических процессов», а также требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования.

Учебное пособие состоит из введения, семи разделов и заключения, имеет логическую структуру, что обеспечивает эффективное усвоение учебного материала обучающимися. Учебный материал базируется на современных нормативных документах, изложен хорошим языком, описывает порядок использования программ «СИТИС: Флоутек», «СИТИС: Блок», «СИТИС: ВИМ» и «СИТИС: Спринт» для выполнения расчета пожарного риска, реализуемых в рамках Федерального закона от 27.12.2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», Федерального закона 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». Форма изложения учебного материала соответствует инструкции пользователя программным обеспечением.

Содержание данной работы позволяет в достаточном объеме реализовывать модели расчета эвакуации людей при пожаре, динамики развития опасных факторов пожара. Программа «СИТИС: Спринт» позволяет определить расчетную величину индивидуального пожарного риска на основании данных моделирования, а также оценить адекватность расчетов путем верификации.

Ввиду отсутствия достаточного количества учебной литературы данное учебное пособие имеет большую практическую значимость для подготовки курсантов, слушателей и студентов, а так же практических работников государственной противопожарной службы МЧС России, проектных организаций и органов экспертизы. Это определяет актуальность публикации учебного пособия.

Материал учебного пособия может быть использован обучающимися также при выполнении курсовых работ и проектов, в также при подготовке выпускной квалификационной работы.

Рецензент:

Доцент кафедры инженерной графики

Института фундаментального образования

кандидат технических наук, доцент И.П.Конакова

Р Е Ц Е Н З И Я

на рукопись учебного пособия «Прикладные программы для расчета пожарного риска»

В настоящее время в области обеспечения пожарной безопасности существуют разнообразные формы и способы подготовки квалифицированных специалистов. При этом, обучение может осуществляться как в высших и средних учебных заведениях МЧС России, так и в учебных центрах. Качество подготовки специалиста, независимо от формы и места обучения, определяется различными составляющими. Наиболее важным компонентом является методическое обеспечение учебного процесса. В последние годы его значимость возросла в связи с реформой ГПС и принятием ряда законодательных актов: Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. N 184-ФЗ «О техническом регулировании», Федеральный закон от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». Как следствие принятие этих законов потребовало пересмотра и принятия новых нормативных документов, например сводов правил и национальных стандартов. Как правило, в условиях активного реформирования в любой сфере деятельности, наблюдается недостаток в актуализированной учебной и методической литературе.

Представленная на рецензию рукопись подготовлена коллективом авторов Е. Н. Брюхов, С. В. Шархун, А. Ю. Медведев, Э.А.Ожегов, А.В. Вагин, Г.Л. Шидловский, И.Ю. Котов, В. Ю. Грачев, Н. А. Контарь. Рукопись учебного пособия соответствует приоритетному развитию риск-ориентированного подхода.

Актуальность представленного учебного пособия не вызывает сомнений, поскольку содержит теоретический и практический материал, необходимый для успешного овладения обучающимися знаниями, умениями и навыками по обеспечению пожарной безопасности.

Представленный в пособии учебный материал хорошо структурирован: введение, семи главы, заключения, список литературы.

Учебный материал изложен простым и ясным языком с использованием современной терминологии и понятий, использующихся в смежных дисциплинах, что позволяет установить взаимосвязи и осуществлять подготовку специалиста в едином информационном пространстве.

Необходимо отметить, прикладные программы описываемые в пособии являются необходимым инструментом для реализации расчетов по оценке пожарного риска в рамках Федерального закона от 22 июля 2008 г. №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», и является доказательной базой при оценке соответствия объектов защиты требованиям пожарной безопасности.

Рецензент:

Профессор кафедры системного анализа и
антикризисного управления
Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России
кандидат технических наук, профессор А.П. Корольков

«___» _____ 2017 г.

ПОДЛИННОСТЬ ПОДПИСИ
Кроенкова Л.П.
УДОСТОВЕРЯЮ
Инспектор отдела кадров
Санкт-Петербургского университета
ГПС МЧС России
и.о. начальника
"____" _____ 20___ г.
ОТДЕЛ КАДРОВ