

ООО «Аккредитованная экспертная организация»

000000, г. Город, Районный район, ул. Уличная, д. 00

**ОТЧЕТ
О ПРОВЕДЕНИИ РАСЧЕТА
ЗНАЧЕНИЯ УРОВНЯ ПОЖАРНОГО РИСКА**

Объект защиты: _____ Торгово-офисный центр «Горизонталь» _____

Адрес: _____ г. Город, Шоссейное шоссе, 00 _____

**Объект, в отношении которого выполнен настоящий расчет
по оценке пожарного риска, является вымышленным.
Все совпадения с реальными объектами являются случайными.
Автор настоящего документа за такие совпадения
ответственности не несет**

Город 2012



Блог консультанта по пожарной безопасности

ООО «Аккредитованная экспертная организация»

Свидетельство об аккредитации по независимой оценке рисков в области обеспечения пожарной безопасности № 660/А/0000 от 00.00.2010 г.

Адрес: **000000, г. Город, Районный район,
ул. Уличная, д. 00**

**ОТЧЕТ
О ПРОВЕДЕНИИ РАСЧЕТА
ЗНАЧЕНИЯ УРОВНЯ ПОЖАРНОГО РИСКА**

Объект защиты: Торгово-офисный центр «Горизонталь»
Адрес: г. Город, Шоссейное шоссе, 00

Исполнители: Иванов И.И.
Петров П.П.
Директор: Сидоров С.С.

М.П.

Город 2012



Благодарим консультанта по пожарной безопасности

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ВВОДНАЯ ЧАСТЬ	4
2. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСЧЕТНЫХ ВЕЛИЧИН ПОЖАРНОГО РИСКА	5
2.1 Сущность метода	5
2.2 Основные расчетные величины индивидуального пожарного риска	6
3. ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТА ЗАЩИТЫ, В ОТНОШЕНИИ КОТОРОГО ПРОВЕДЕН РАСЧЕТ ПО ОЦЕНКЕ ПОЖАРНОГО РИСКА	8
4. ПОСТРОЕНИЕ РАСЧЕТНОЙ МОДЕЛИ.....	11
5. ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ РАСЧЕТНЫХ СЦЕНАРИЕВ	28
5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСТОТЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПОЖАРООПАСНЫХ СИТУАЦИЙ	29
6. ПОСТРОЕНИЕ ПОЛЕЙ ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ ПОЖАРА	30
6.1. Формулировка сценариев развития пожара	30
6.2. Математическая модель развития пожара.....	35
6.3. Результаты моделирования динамики развития пожара и определения времени блокирования.....	36
7. ОЦЕНКА ПОСЛЕДСТВИЙ ВОЗДЕЙСТВИЯ ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ ПОЖАРА НА ЛЮДЕЙ	44
7.1. Формулировка расчетных сценариев эвакуации	44
7.2. Методика определения расчетного времени эвакуации людей	49
7.3. Результаты определения расчетного времени эвакуации	49
7.4. Определение вероятности эвакуации людей	58
8. РАСЧЕТ ВЕЛИЧИНЫ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПОЖАРНОГО РИСКА.....	60
9. РАЗРАБОТКА ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ	62
10. ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЪЗУЕМЫХ НОРМАТИВНЫХ ПРАВОВЫХ АКТОВ, НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ И СПРАВОЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ ИНФОРМАЦИИ	65
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ОПИСАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТОПОЛОГИИ.....	66
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ПАРАМЕТРЫ РАСЧЕТНЫХ СЦЕНАРИЕВ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ ПОЖАРА	156
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. ОПИСАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СЦЕНАРИЕВ ЭВАКУАЦИИ	169
ПРИЛОЖЕНИЕ 4. СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ О СИСТЕМАХ ПОДСЧЁТА ПОСЕТИТЕЛЕЙ	217

1. ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

Задачей расчета является проверка уровня обеспечения пожарной безопасности в рассматриваемом здании. Мерой уровня обеспечения пожарной безопасности, согласно Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», является значение пожарного риска – возможности реализации пожарной опасности объекта защиты и ее последствий для людей и материальных ценностей.

Расчет выполнен в соответствии с «Правилами проведения расчетов по оценке пожарного риска», утвержденными Постановлением Правительства Российской Федерации от 31.03.2009 г. № 272.

2. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСЧЕТНЫХ ВЕЛИЧИН ПОЖАРНОГО РИСКА

2.1 Сущность метода

Расчет по оценке пожарного риска выполнен по «Методике определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности», утвержденной приказом МЧС России от 30 июня 2009 г. № 382 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности».

Расчет по оценке пожарного риска проведен путем сопоставления расчетных величин пожарного риска с нормативным значением пожарного риска, установленным Федеральным законом от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (далее – Технический регламент).

Определение расчетных величин пожарного риска выполнено на основании:

- а) анализа пожарной опасности здания;
- б) определения частоты реализации пожароопасных ситуаций;
- в) построения полей опасных факторов пожара для различных сценариев его развития;
- г) оценки последствий воздействия опасных факторов пожара на людей для различных сценариев его развития;
- д) наличия систем обеспечения пожарной безопасности здания.

Определение расчетных величин пожарного риска заключается в расчете индивидуального пожарного риска для персонала и посетителей в здании. Численным выражением индивидуального пожарного риска является частота воздействия опасных факторов пожара (далее – ОФП) на человека, находящегося в здании. Перечень ОФП установлен статьей 9 Технического регламента.

Частота воздействия опасных факторов пожара определяется для пожароопасной ситуации, которая характеризуется наибольшей опасностью для жизни и здоровья людей, находящихся в здании.

2.2 Основные расчетные величины индивидуального пожарного риска

Индивидуальный пожарный риск отвечает требуемому, если:

$$Q_B \leq Q_B^H, \quad (1)$$

где Q_B^H – нормативное значение индивидуального пожарного риска, $Q_B^H = 10^{-6}$ год⁻¹;

Q_B – расчетная величина индивидуального пожарного риска.

Расчетная величина индивидуального пожарного риска Q_B в каждом здании рассчитывается по формуле:

$$Q_B = Q_{\text{п}} \cdot (1 - R_{\text{ап}}) \cdot P_{\text{пр}} \cdot (1 - P_{\text{э}}) \cdot (1 - P_{\text{п.з}}), \quad (2)$$

где $Q_{\text{п}}$ – частота возникновения пожара в здании в течение года, определяется на основании статистических данных, приведенных в приложении № 1 к Методике.

При наличии данных о количестве людей в здании необходимо использовать уточненную оценку, а при их отсутствии – оценку в расчете на одно учреждение.

При отсутствии статистической информации допускается принимать $Q_{\text{п}} = 4 \cdot 10^{-2}$ для каждого здания. Оценку частотных характеристик возникновения пожара также допускается выполнять исходя из статистических данных, публикуемых в научно-техническом журнале «Пожарная безопасность»;

$R_{\text{ап}}$ – вероятность эффективного срабатывания установок автоматического пожаротушения (далее – АУПТ). Значение параметра $R_{\text{ап}}$ определяется технической надежностью элементов АУПТ, приводимых в технической документации. При отсутствии сведений по параметрам технической надежности допускается принимать $R_{\text{ап}} = 0,9$. При отсутствии в здании систем автоматического пожаротушения $R_{\text{ап}}$ принимается равной нулю;

$P_{\text{пр}}$ – вероятность присутствия людей в здании, определяемая из соотношения $P_{\text{пр}} = t_{\text{функц}}/24$, где $t_{\text{функц}}$ – время нахождения людей в здании в часах;

$P_{\text{э}}$ – вероятность эвакуации людей;

$P_{\text{п.з}}$ – вероятность эффективной работы системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре.

Вероятность эвакуации $P_{\text{э}}$ рассчитывают по формуле:

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

где $t_{\text{р}}$ – расчетное время эвакуации людей, мин;

$t_{\text{нэ}}$ – время начала эвакуации (интервал времени от возникновения пожара до начала эвакуации людей), мин;

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

$t_{\text{ск}}$ – время существования скоплений людей на участках пути (плотность людского потока на путях эвакуации превышает значение 0,5).

Расчетное время эвакуации людей t_p из помещений и зданий определяется на основе моделирования движения людей до выхода наружу одним из следующих способов:

по упрощенной аналитической модели движения людского потока, приведенной в приложении № 2 к Методике;

по математической модели индивидуально-поточного движения людей из здания, приведенной в приложении № 3 к Методике;

по имитационно-стохастической модели движения людских потоков, приведенной в приложении № 4 к Методике.

Выбор способа определения расчетного времени эвакуации производится с учетом специфических особенностей объемно-планировочных решений здания, а также особенностей контингента (его однородности) людей, находящихся в нем.

При определении расчетного времени эвакуации учитываются данные, приведенные в приложении № 5 к Методике, в частности принципы составления расчетной схемы эвакуации людей, параметры движения людей различных групп мобильности, а также значения площадей горизонтальных проекций различных контингентов людей.

При проведении расчетов следует также учитывать, что при наличии двух и более эвакуационных выходов общая пропускная способность всех выходов, кроме каждого одного из них, должна обеспечить безопасную эвакуацию всех людей, находящихся в помещении, на этаже или в здании.

Время начала эвакуации $t_{нэ}$ определяется в соответствии с пунктом 1 приложения № 5 к Методике.

Время блокирования путей эвакуации $t_{бл}$ вычисляется путем расчета времени достижения ОФП предельно допустимых значений на эвакуационных путях в различные моменты времени. Порядок проведения расчета и математические модели для определения времени блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара приведен в приложении № 6 к Методике.

Вероятность эффективной работы системы противопожарной защиты $R_{пз}$, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей, рассчитывается по формуле:

$$R_{пз} = 1 - (1 - R_{обн} \cdot R_{соуэ}) \cdot (1 - R_{обн} \cdot R_{пдз}), \quad (4)$$

где $R_{обн}$ – вероятность эффективного срабатывания системы пожарной сигнализации. Значение параметра $R_{обн}$ определяется технической надежностью элементов системы пожарной сигнализации, приводимых в технической документации. При отсутствии сведений по параметрам технической надежности допускается принимать $R_{обн} = 0,8$;

$R_{соуэ}$ – условная вероятность эффективного срабатывания системы оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей в случае эффективного срабатывания системы пожарной сигнализации;

$R_{пдз}$ – условная вероятность эффективного срабатывания системы противодымной защиты в случае эффективного срабатывания системы пожарной сигнализации.

Порядок оценки параметров $R_{обн}$, $R_{соуэ}$ и $R_{пдз}$ приведен в разделе IV Методики.

3. ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТА ЗАЩИТЫ, В ОТНОШЕНИИ КОТОРОГО ПРОВЕДЕН РАСЧЕТ ПО ОЦЕНКЕ ПОЖАРНОГО РИСКА

Объект защиты находится в центральной части г. Города, в районе пересечения Шоссейного шоссе и ул. Уличной.

Представляет собой многофункциональный торгово-офисный центр со встроенной двухэтажной подземной автостоянкой.

Надземная часть здания состоит из стилобата (с первого по шестой этаж) и высотной части (с седьмого по двадцать седьмой этаж).

На первом, втором и третьем этажах здания размещены торговые помещения и предприятия общественного питания; в части 1-го этажа расположена операционная касса банка. Четвертый этаж здания, на момент проведения обследования, не эксплуатировался; предположительное назначение этажа – размещение торговых помещений. На 5-м этаже, а также на этажах с 7-го по 15-й и с 17-го по 26-й расположены офисные помещения. Шестой, шестнадцатый и двадцать седьмой этажи – технические. В подземных этажах (на отметках -3,300 и -6,600) находится двухуровневая автомобильная стоянка на 148 машиномест и технические помещения; часть -1 и -2 этажей занимает хранилище банка.

Размеры здания в плане 120×74 м. Высота здания по СНИП 21-01-97* - не более 96,0 м.

Степень огнестойкости здания – особая, класс конструктивной пожарной опасности – СО.

По вертикали здание разделено на четыре пожарных отсека:

I пожарный отсек – этажи -1 и -2 (отметки -3,300 и -6,600 соответственно)

II пожарный отсек – надземная часть, стилобат, включает этажи с 1-го по 5-й (на отметках 0,000 ... +20,100);

III пожарный отсек – высотная часть, этажи с 7-го по 15-й (на отметках +26,700 +53,100);

IV пожарный отсек – высотная часть, этажи с 17-го по 27-й (на отметках +59,700 +92,700).

Деление здания на отсеки осуществляется противопожарным перекрытием с пределом огнестойкости REI 180 на отметке 0,000 и двумя техническим этажами: 6-й (на отметке +23,400) и 16-й (на отметке +56,400).

Этажи здания соединяются посредством лестничных клеток, в т.ч. – незадымляемых типов Н1 и Н2, а также грузовых и пассажирских лифтов. В торговой части здания выполнены эскалаторы.

Из помещений автомобильной стоянки, расположенных на -2-м этаже (отметка -6,600) здания, предусмотрено 5 эвакуационных выхода в лестничные клетки, имеющие выход непосредственно наружу. Блок помещений банка, расположенных на -2-м этаже, имеет обособленный выход в лестничную клетку, имеющую выход наружу. Внутренняя лестница, соединяющие надземные и подземные этажи банка, в качестве эвакуационной не рассматривается.

Из автомобильного паркинга, находящегося на -1-м этаже (отметка -3,300), имеется 4 эвакуационных выхода в лестничные клетки, ведущие непосредственно наружу. Выходы из автостоянки в две лестничные клетки, соединяющие подземную и надземную части здания, в качестве эвакуационных не рассматриваются. Из блока помещений банка имеется отдельный выход наружу через лестничную клетку. Внутренняя лестница, соединяющие надземные и подземные этажи банка, в качестве эвакуационной не рассматривается.

В блоке торговых помещений, расположенных на 1-м этаже, в качестве эвакуационных может рассматриваться 6 выходов; из них четыре выхода ведут наружу через лестничные клетки, по которым также осуществляется эвакуация с других этажей стилобатной части. В число эвакуационных не включены выходы, в проемах которых установлены раздвижные двери (5 выходов). При оценке соответствия требованиям пожарной безопасности путей эвакуации, из их числа исключались маршруты, на которых установлены турникеты, препятствующие нормальному движению людей к выходам из здания. Блок помещений операционной кассы на уровне 1-го этажа имеет два эвакуационных выхода наружу. Лестничные клетки, ведущие из высотной части здания, имеют на уровне первого этажа обособленные от других частей здания выходы наружу (непосредственно или через вестибюль).

Из различных частей 1-го «А» этажа (отметка +2,850), на котором расположены преимущественно офисные и бытовые помещения, в общей сложности имеется 6 эвакуационных выходов в лестничные клетки.

Со 2-го и 3-го этажей здания имеется по пять эвакуационных выходов в лестничные клетки.

Из 4-го этажа здания имеется шесть эвакуационных выходов в лестничные клетки, один из них – через участок эксплуатируемой кровли.

Из 5-го этажа предусмотрено пять эвакуационных выходов в лестничные клетки, одна из которых предназначена для эвакуации людей из высотной части здания.

На 6-м этаже, из блока офисных помещения управляющей компании имеется один эвакуационный выход в лестничную клетку. Из технической части 6-го этажа имеются выходы на три лестничные клетки, две из которых предназначены для эвакуации людей из высотной части здания.

Из этажей с 7-го по 27-й имеется по два эвакуационных выхода в лестничные клетки, незадымляемые, типов Н1 и Н3.

Максимальное количество людей, одновременно находящихся в здании, для оценки соответствия требованиям пожарной безопасности и расчета путей эвакуации, принималось в соответствии с положениями СП 1.13130.2009.

Общее максимальное количество людей в здании составило 5 166 человек.

Режим функционирования здания:

- торговые учреждения, расположенные в стилобатной части – ежедневно, с 9-00 до 22-00;
- офисная часть здания - пятидневная рабочая неделя (с понедельника по пятницу), с 9-00 до 18-00;
- автостоянка – круглосуточно.

Помещения здания защищены спринклерной системой водяного пожаротушения.

В здании имеется система автоматической пожарной сигнализации (АУПС) с преимущественно точечными дымовыми пожарными извещателями; в коридорах, перед выходами на лестничные клетки, перед выходами из здания установлены ручные пожарные извещатели.

Оповещение при пожаре предусмотрено соответствующей системой (оповещения и управления эвакуацией людей) 4-го типа.

В здании предусмотрена система противодымной вентиляции:

- вытяжная – для удаления при пожаре продуктов горения из помещений и коридоров;
- приточная – для создания избыточного давления при пожаре в лестничных клетках, лифтовых шахтах, лифтовых холлах и тамбур-шлюзах.

4. ПОСТРОЕНИЕ РАСЧЕТНОЙ МОДЕЛИ

Для целей моделирования динамики развития пожара и определения расчетного времени эвакуации людей при пожаре была составлена пространственная модель (топология) объекта защиты.

Модель объекта защиты построена на основании проектной документации, предоставленной Заказчиком.

С целью уточнения размеров эвакуационных путей и выходов проводились их натурные обмеры.

Построение расчетной модели выполнено в комплексе программ «СИТИС: Спринт» для расчета пожарного риска.

Общий вид расчетной модели показан на рисунках 1 – 17. Параметры модели приведены в приложении 1 к Отчету.

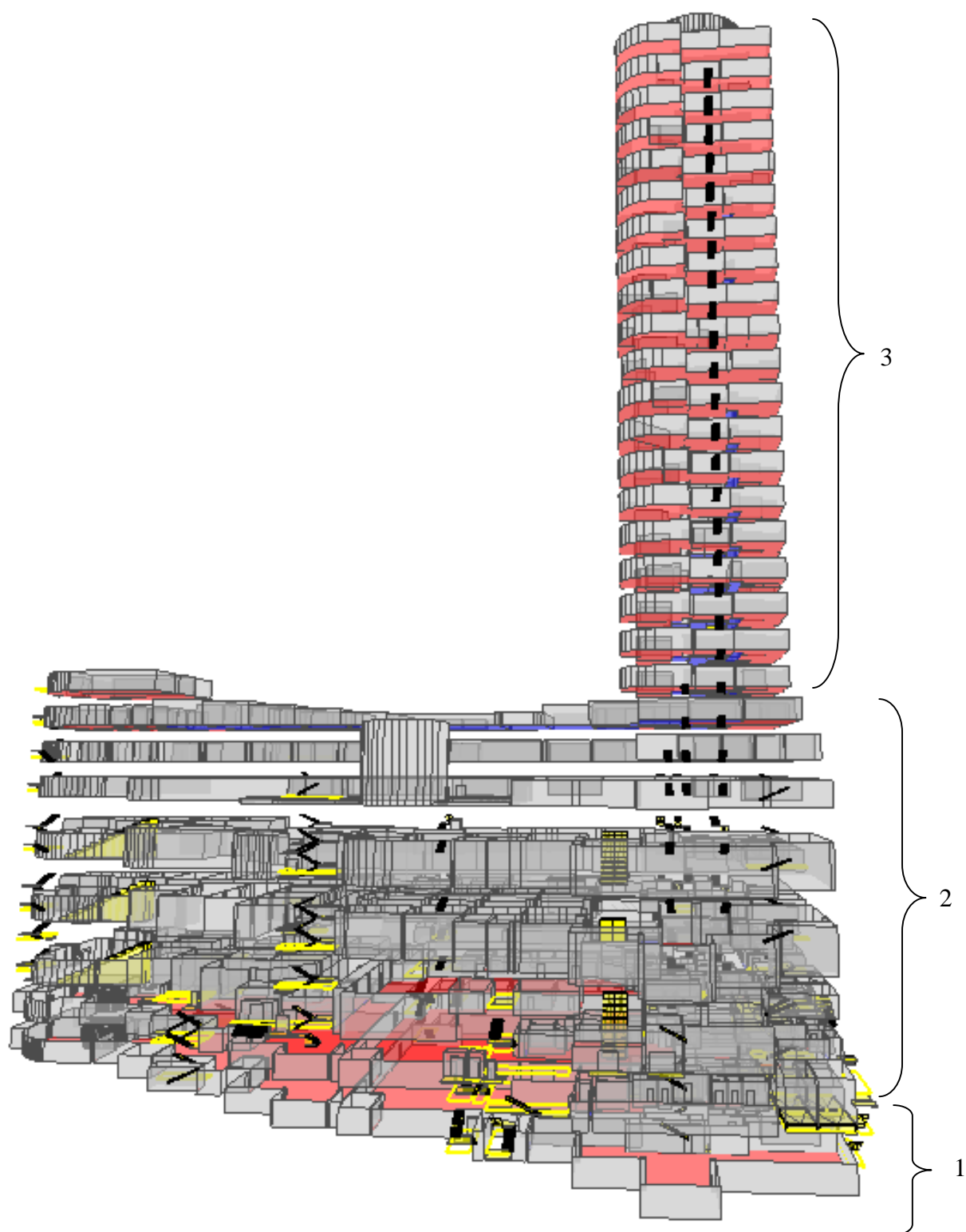


Рис. 1. Общий вид модели со стороны северного фасада (с Шоссейного шоссе)

- 1 – подземная часть, этажи -1 и -2 (отметки -3,300 и -6,600),
- 2 – стилобат надземной части, 1-й – 6-й этажи (отметки 0,000 ... +20,100),
- 3 – высотная часть, 7-й – 27-й этажи (отметки +26,700 ... +92,700)

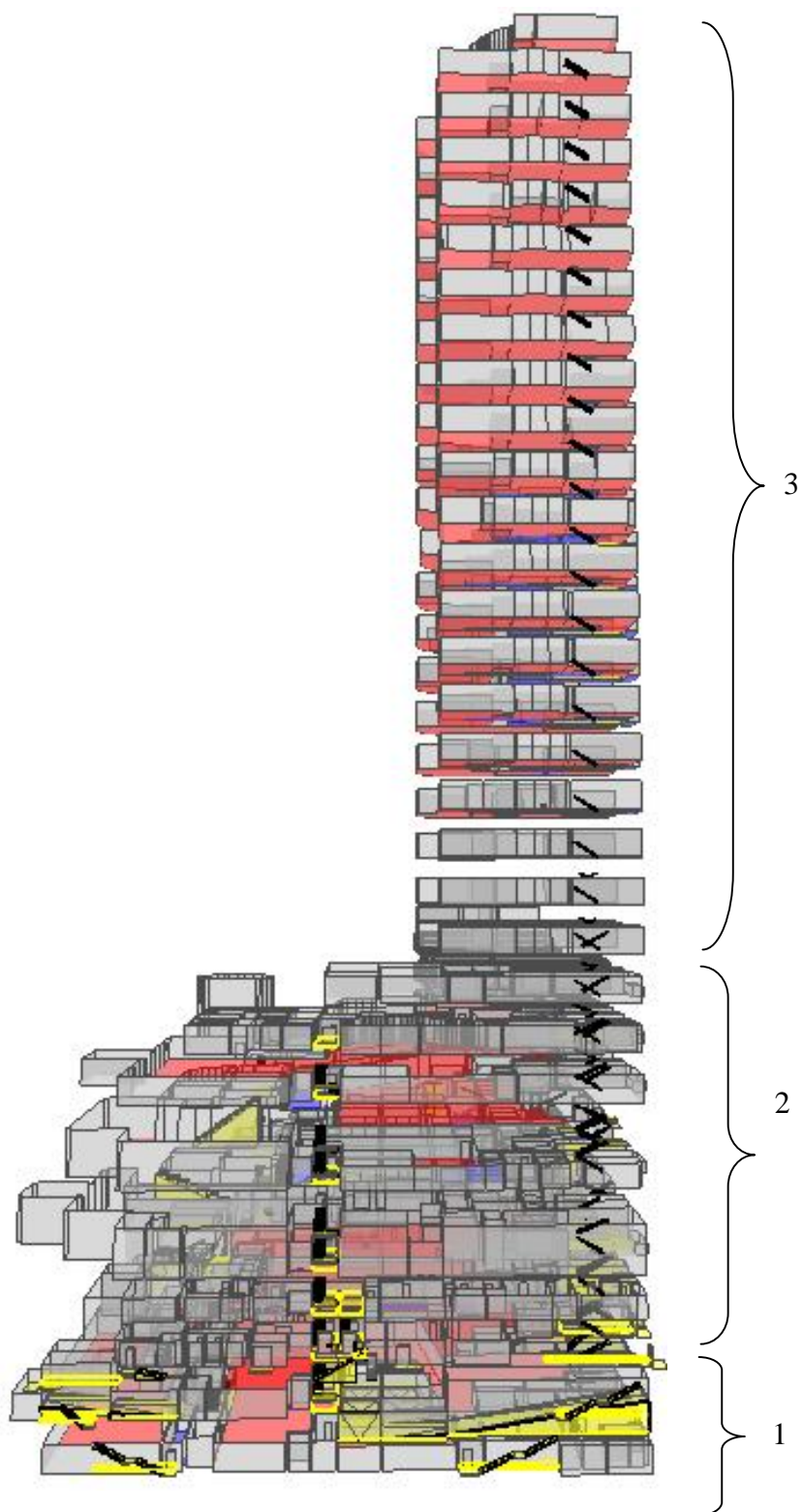


Рис. 2. Общий вид модели со стороны западного фасада
 1 – подземная часть, этажи -1 и -2 (отметки -3,300 и -6,600),
 2 – стилобат надземной части, 1-й – 6-й этажи (отметки 0,000 ... +20,100),
 3 – высотная часть, 7-й – 27-й этажи (отметки +26,700 ... +92,700)

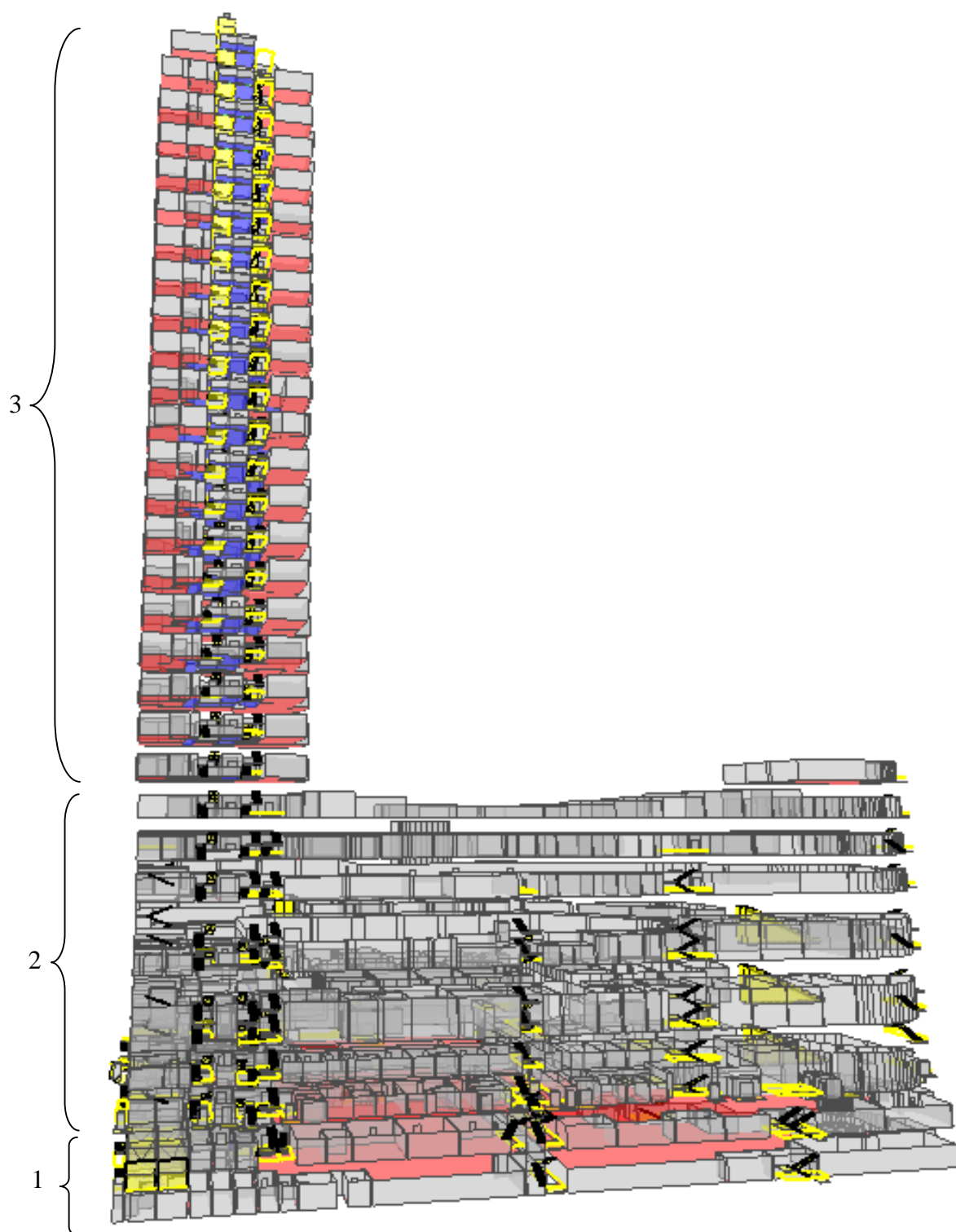


Рис. 3. Общий вид модели со стороны южного фасада (с ул. Уличной)
 1 – подземная часть, этажи -1 и -2 (отметки -3,300 и -6,600),
 2 – стилобат надземной части, 1-й – 6-й этажи (отметки 0,000 ... +20,100),
 3 – высотная часть, 7-й – 27-й этажи (отметки +26,700 ... +92,700)

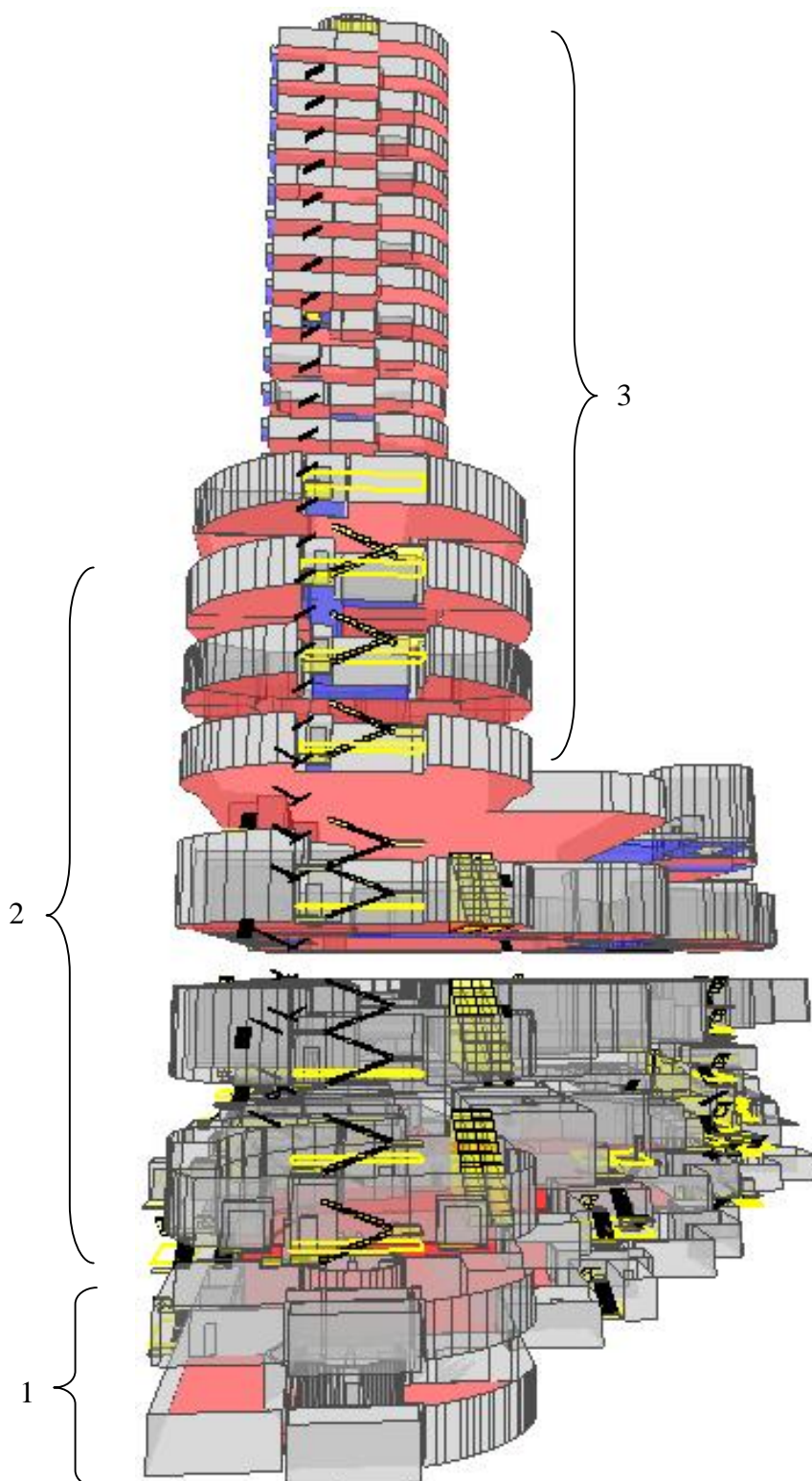


Рис. 4. Общий вид модели со стороны восточного фасада
 1 – подземная часть, этажи -1 и -2 (отметки -3,300 и -6,600),
 2 – стилобат надземной части, 1-й – 6-й этажи (отметки 0,000 ... +20,100),
 3 – высотная часть, 7-й – 27-й этажи (отметки +26,700 ... +92,700)

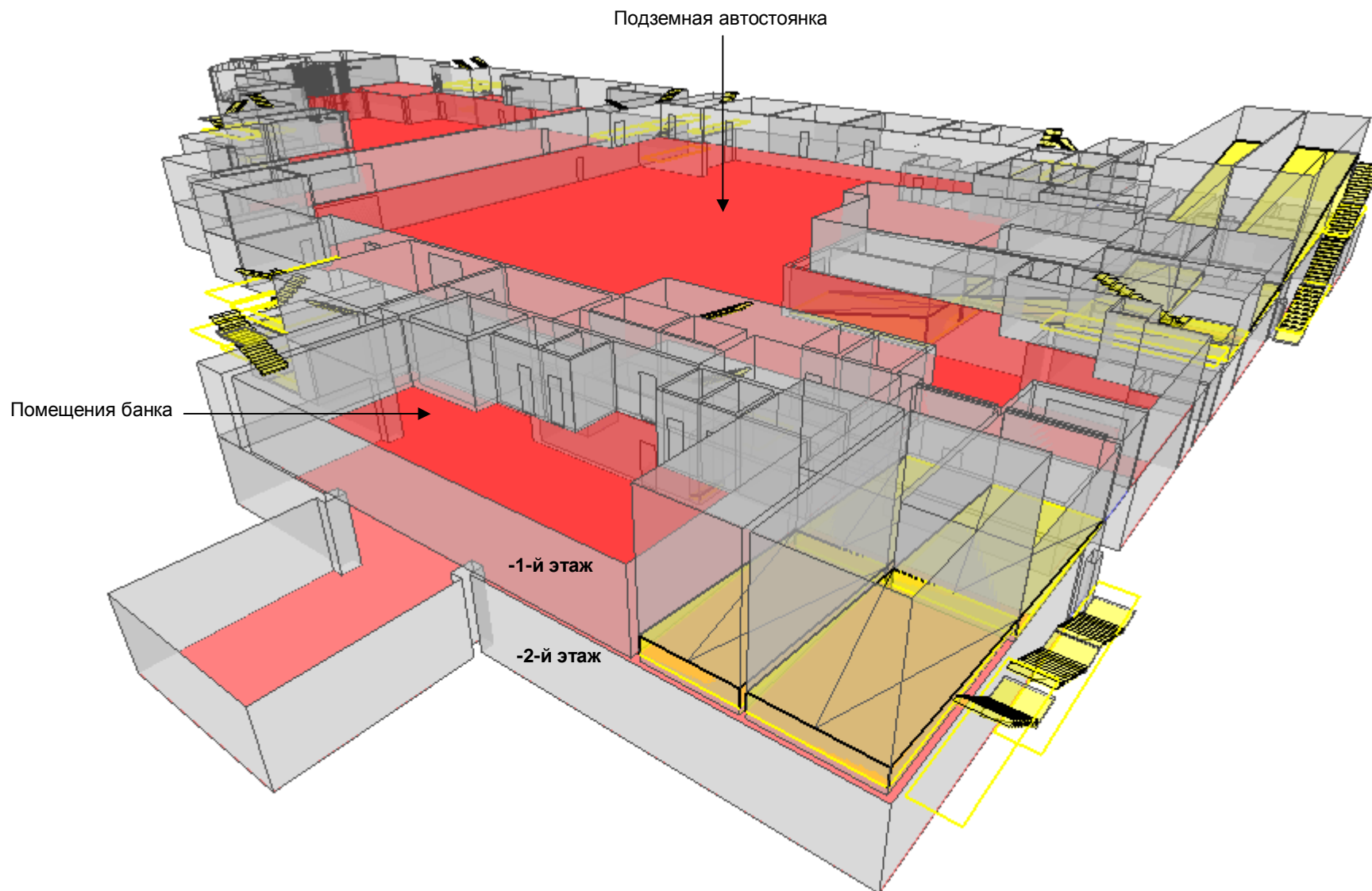


Рис. 5. Фрагмент топологии: -1-й и -2-й этажи

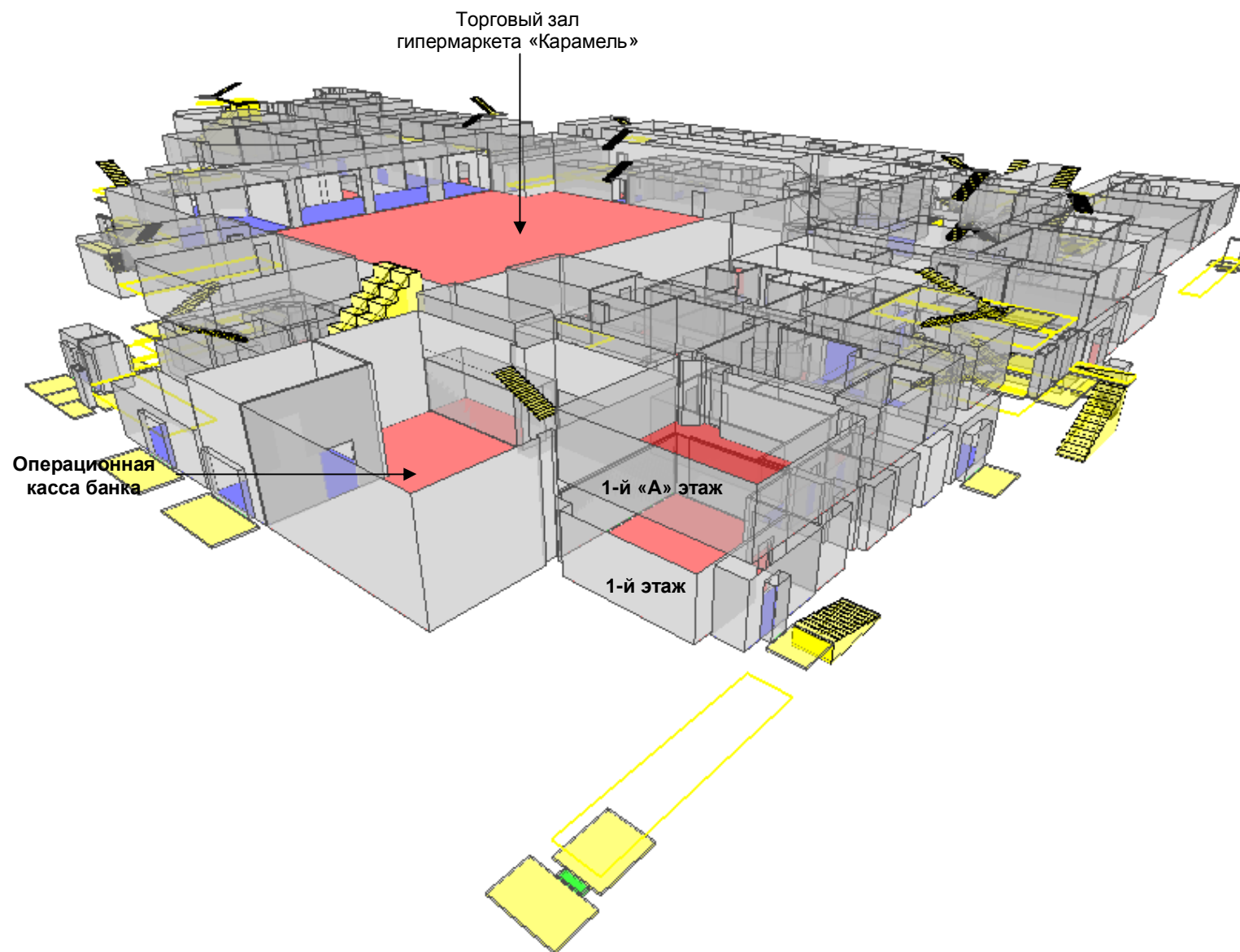


Рис. 6. Фрагмент топологии: 1-й и 1-й «А» этажи

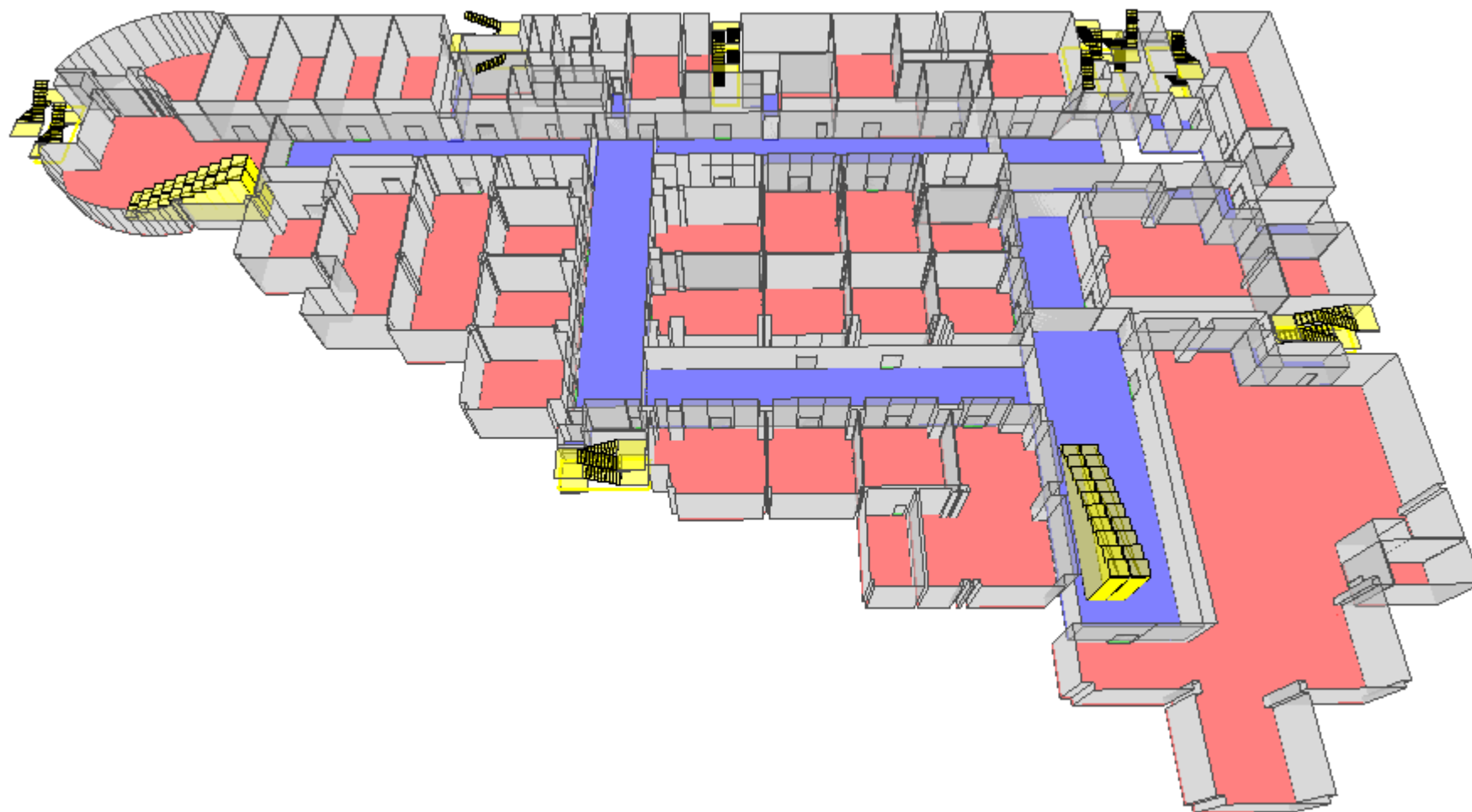


Рис. 7. Фрагмент топологии: 2-й этаж, торговые помещения

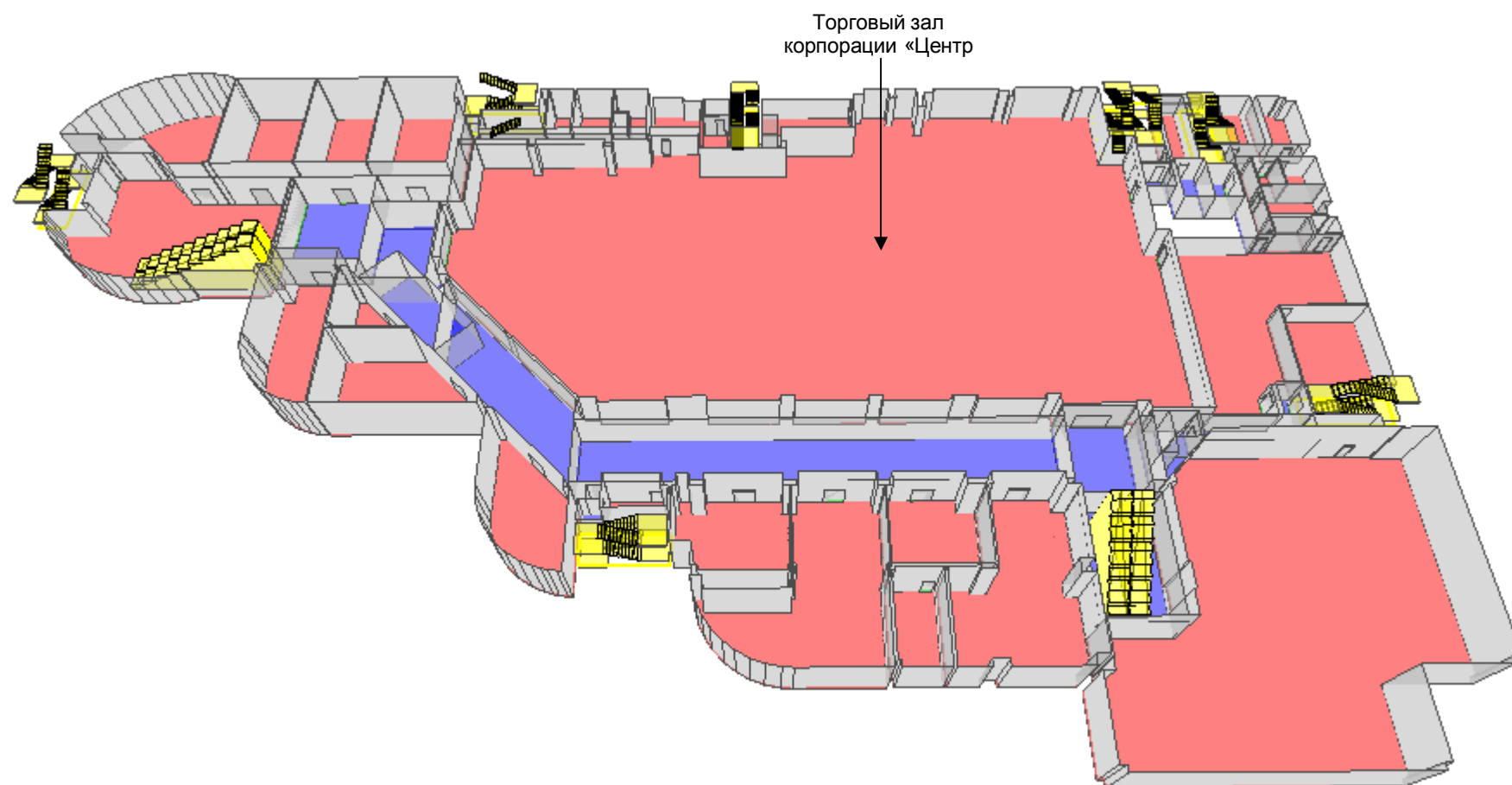


Рис. 8. Фрагмент топологии: 3-й этаж, торговые помещения

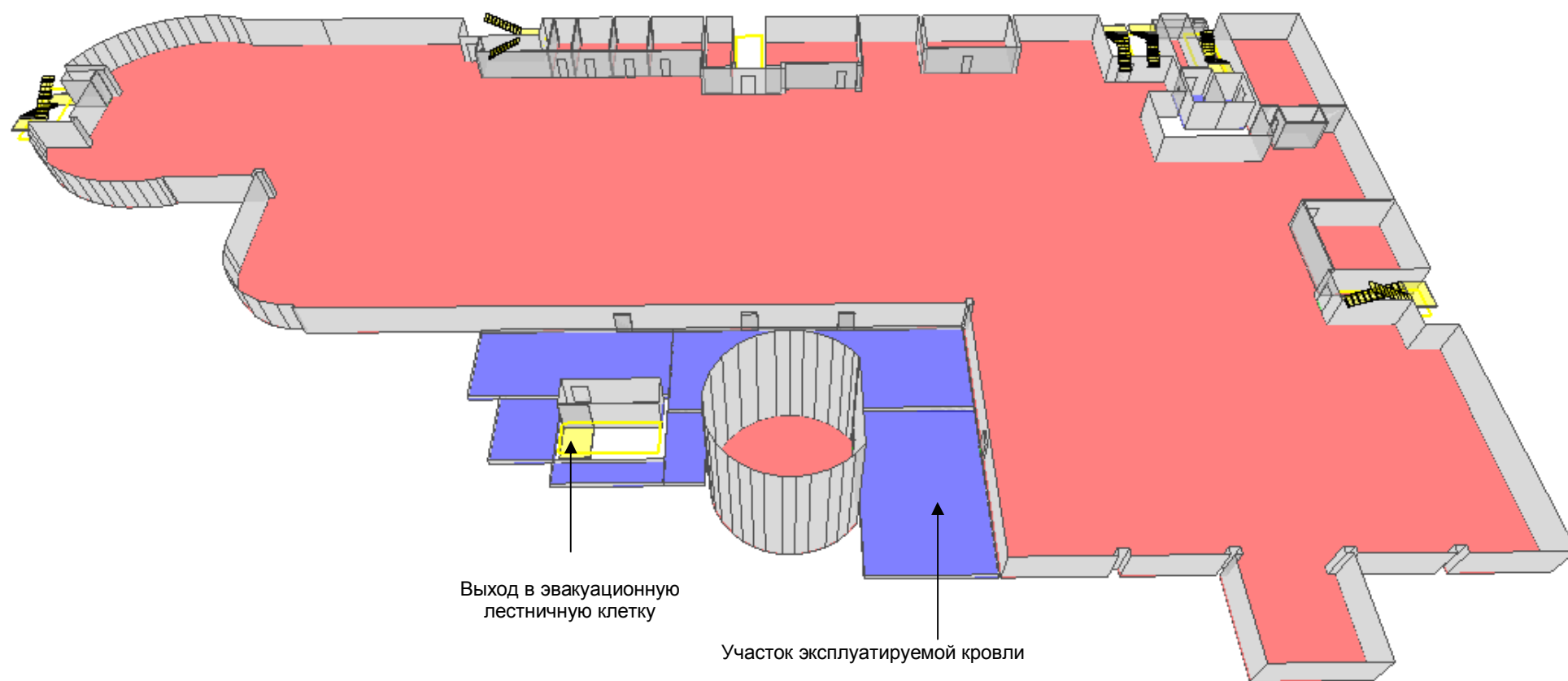


Рис. 9. Фрагмент топологии: 4-й этаж

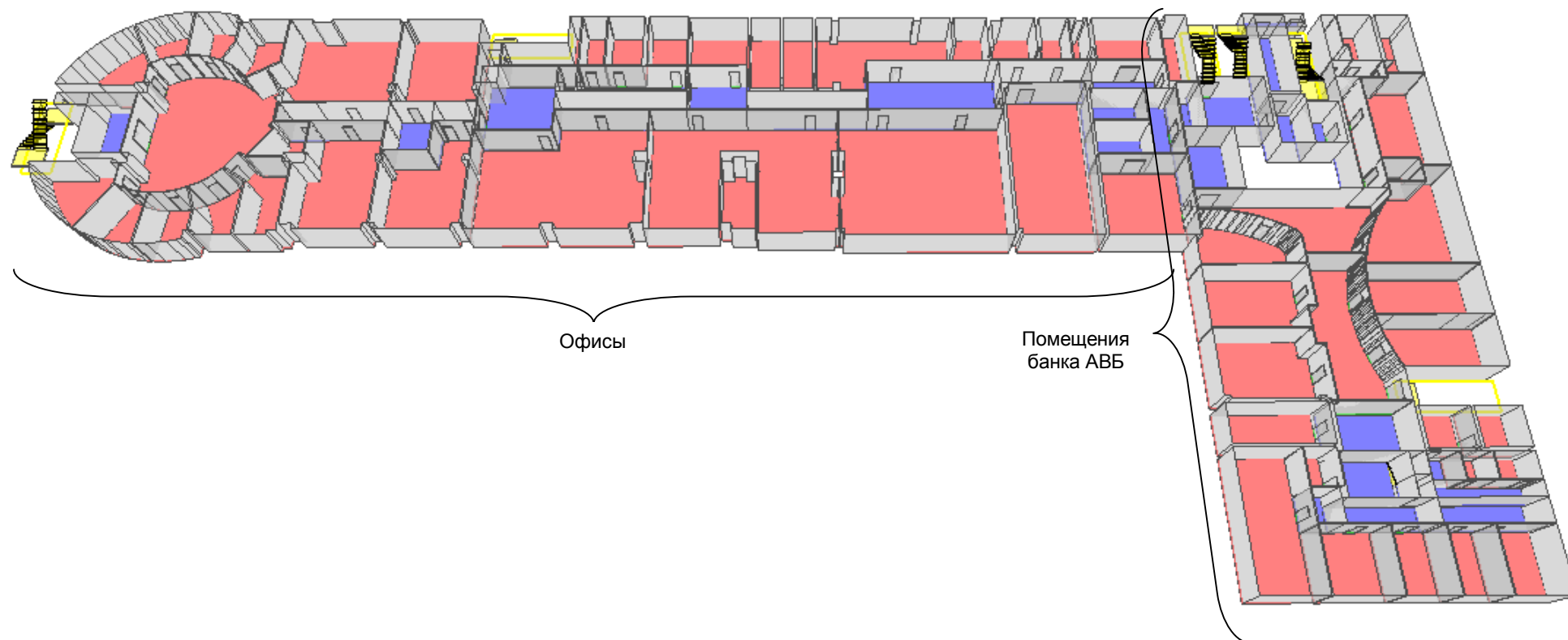


Рис. 10. Фрагмент топологии: 5-й этаж, офисные помещения

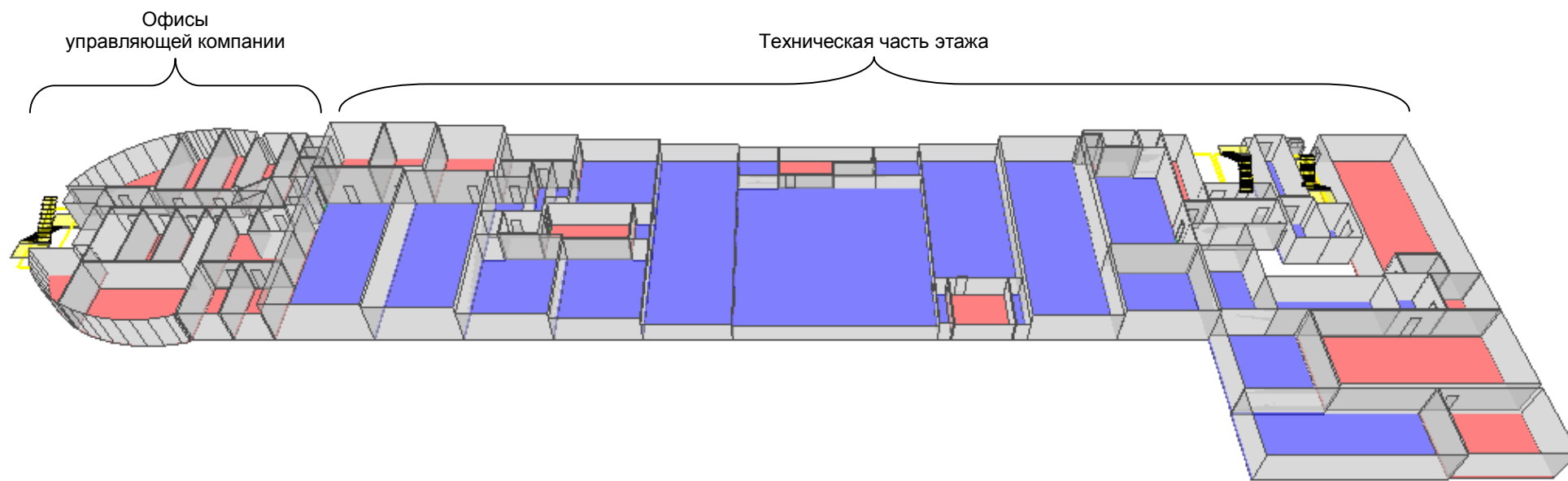
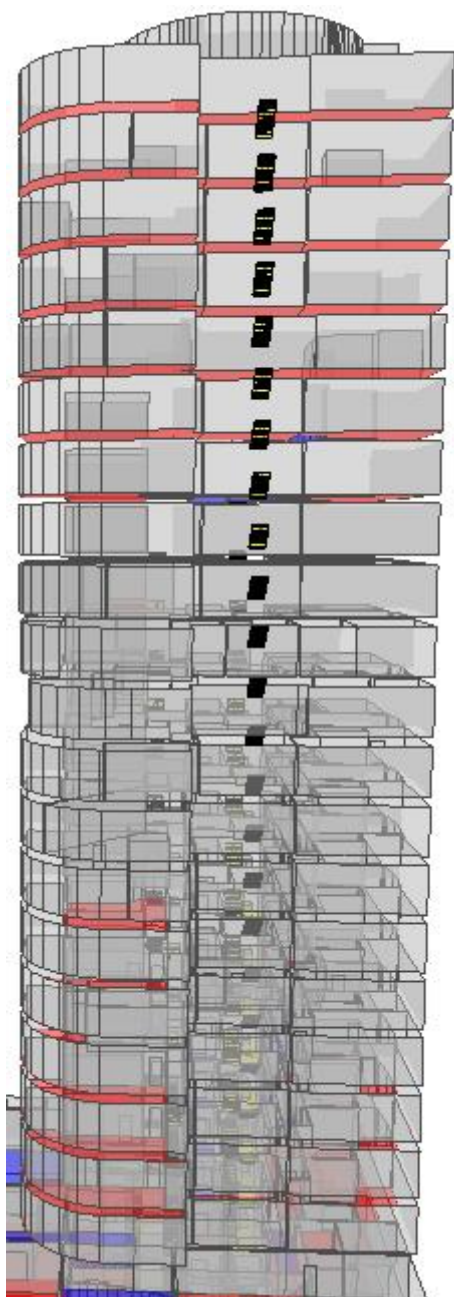


Рис. 11. Фрагмент топологии: 6-й этаж



Рис. 12. Фрагмент топологии: 6-й этаж

а)



б)

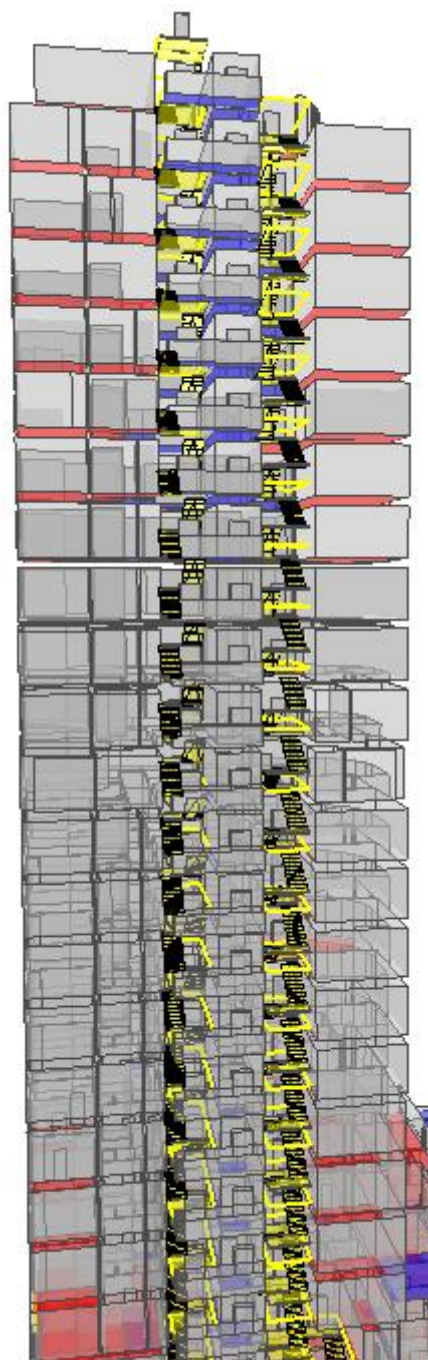
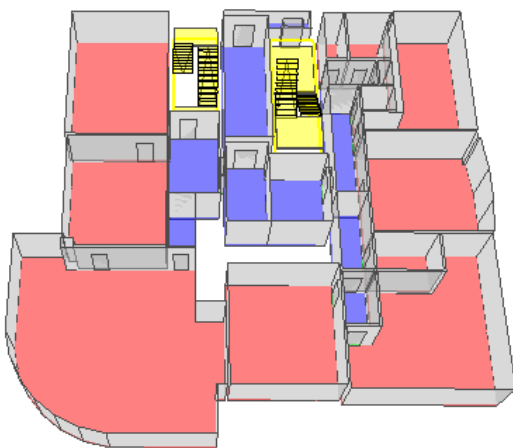
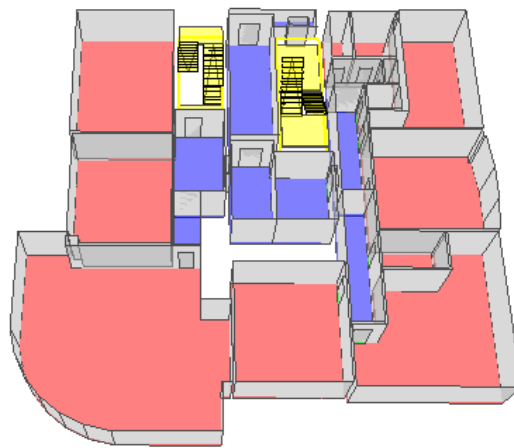


Рис. 13. Фрагмент топологии: высотная часть ТОО «Горизонталь»:
а) со стороны Московского шоссе; б) с ул. Пролетарской

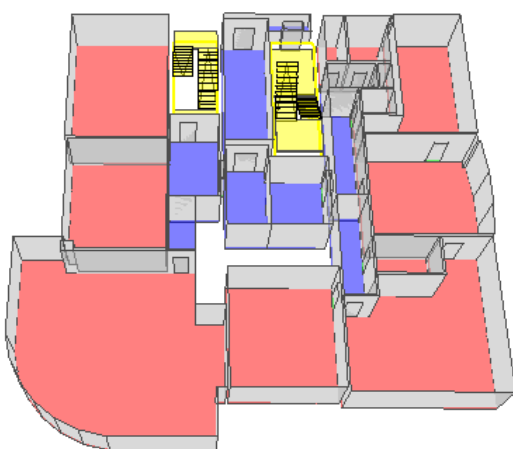
а)



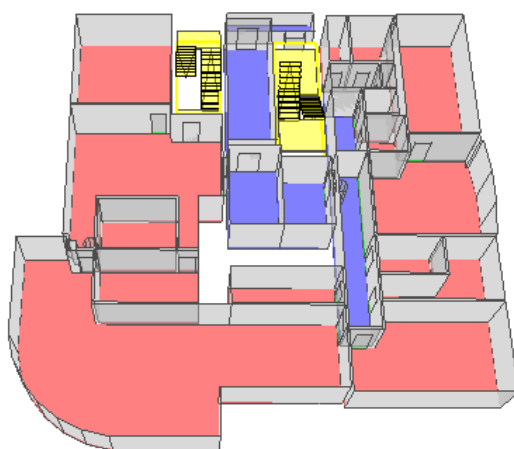
б)



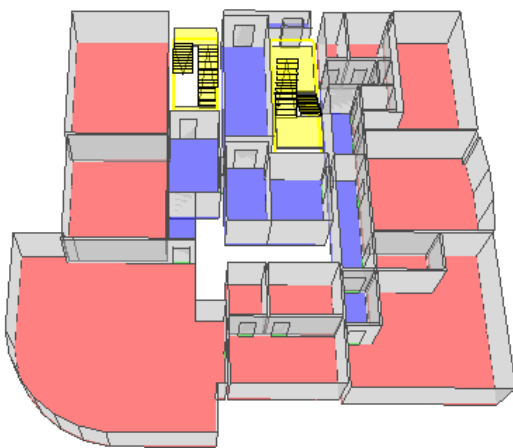
в)



г)



д)



е)

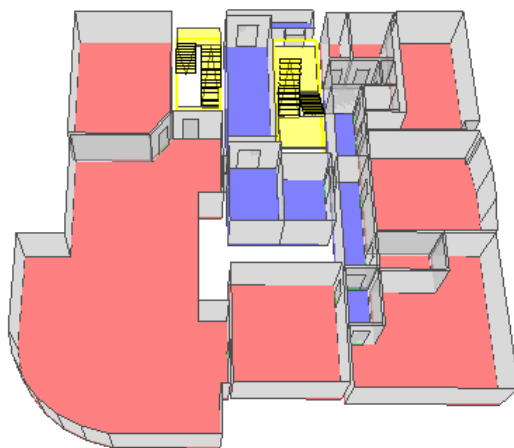
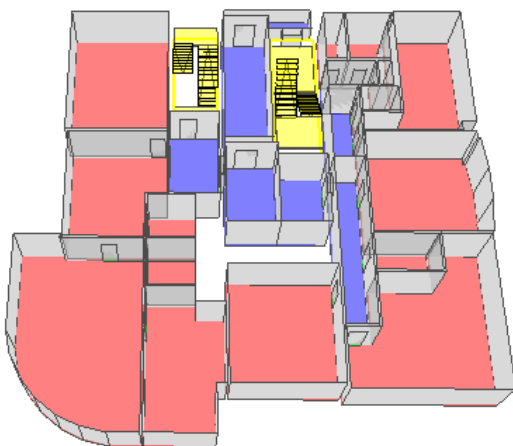
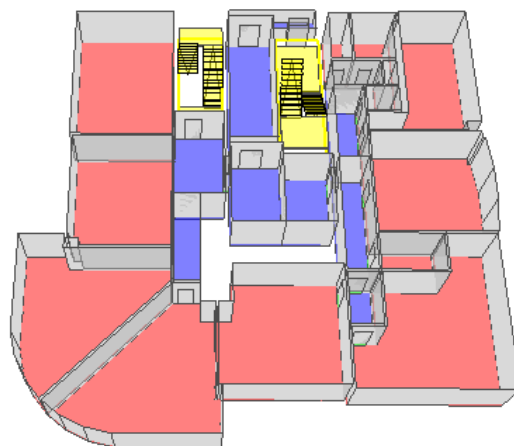


Рис. 14. Топология этажей высотной части ТОЦ «Горизонталь:
а) 7-й этаж; б) 8-й этаж; в) 9-й этаж; г) 10-й этаж; д) 11-й этаж; е) 12-й этаж

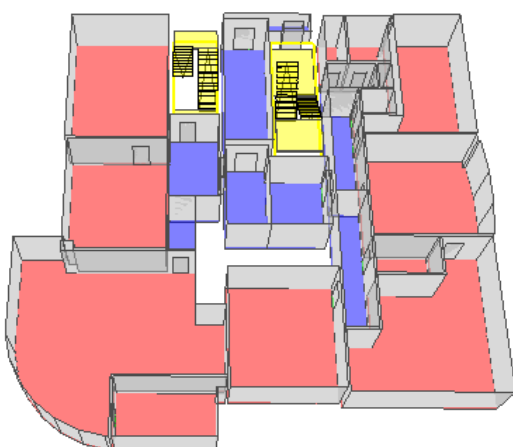
а)



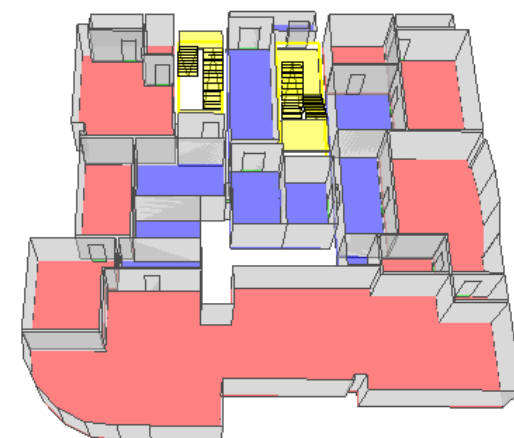
б)



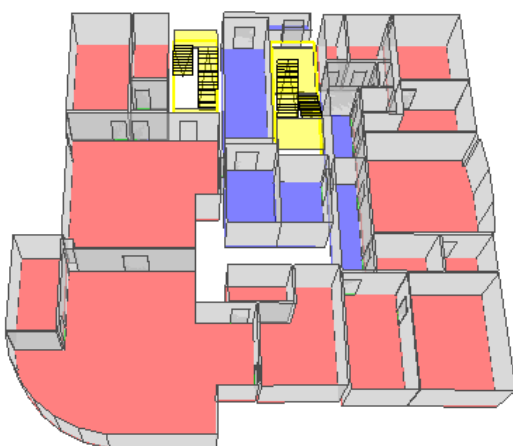
в)



г)



д)



е)

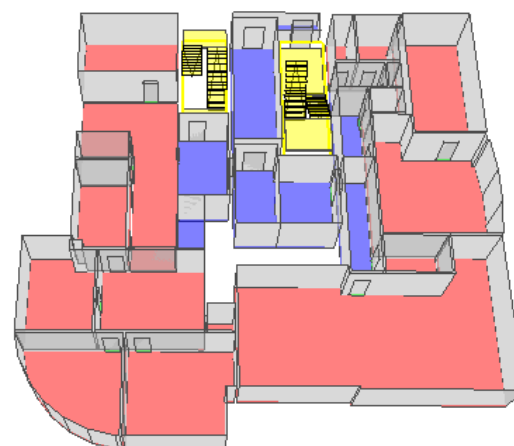
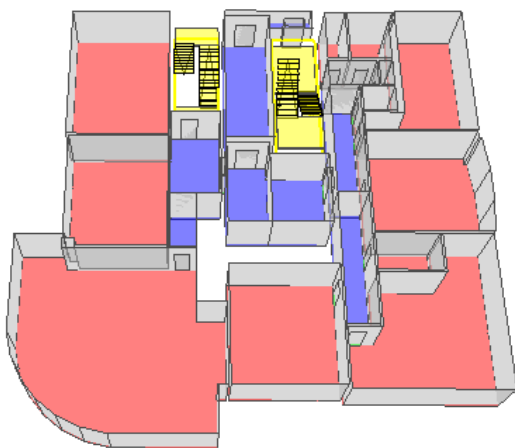
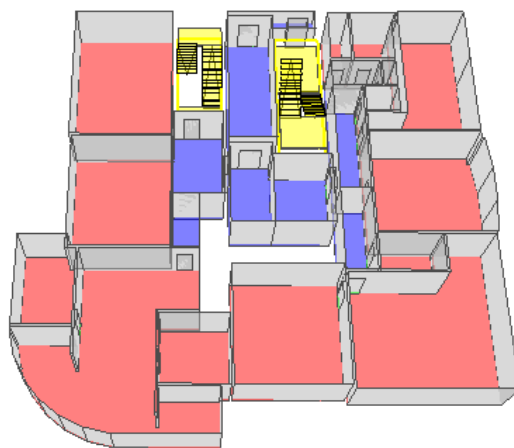


Рис. 15. Топология этажей высотной части ТОО «Горизонталь»: а) 13-й этаж; б) 14-й этаж; в) 15-й этаж; г) 16-й этаж; д) 17-й этаж; е) 18-й этаж

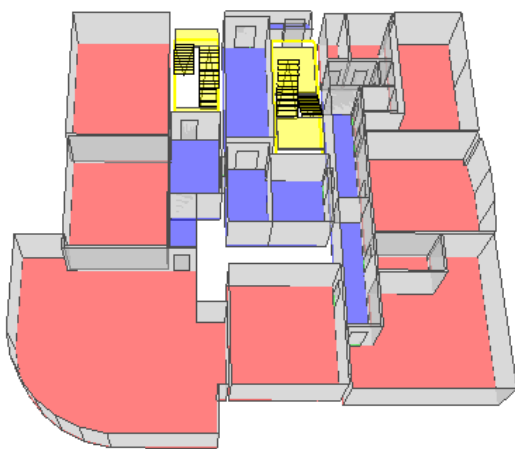
а)



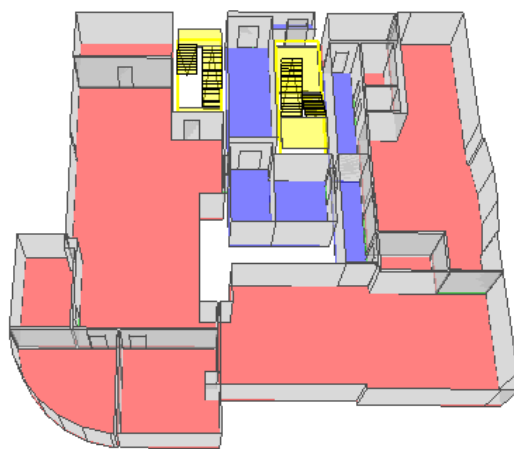
б)



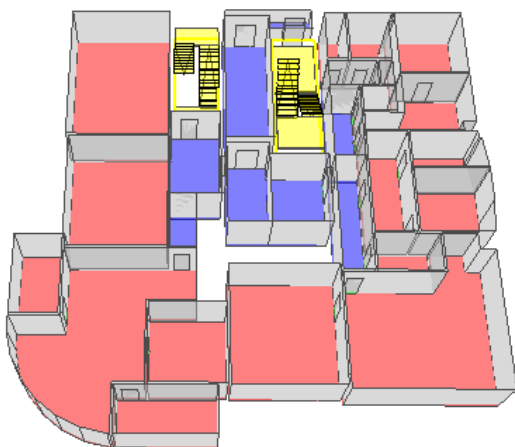
в)



г)



д)



е)

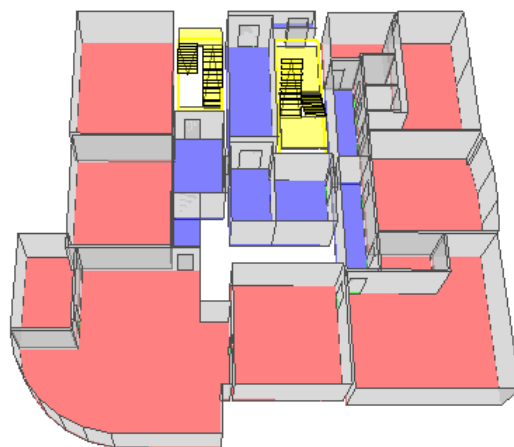
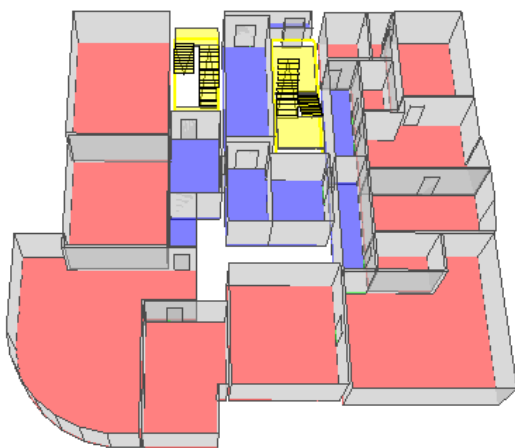
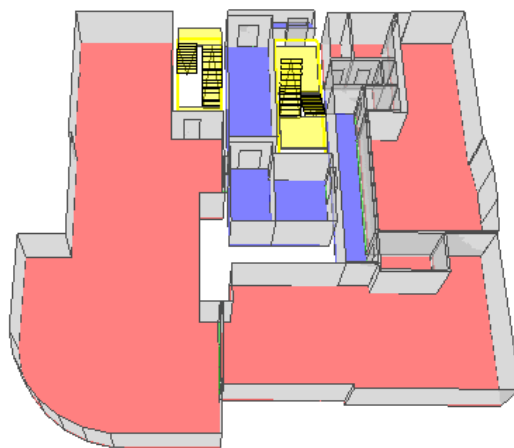


Рис. 16. Топология этажей высотной части ТОО «Горизонталь:
а) 19-й этаж; б) 20-й этаж; в) 21-й этаж; г) 22-й этаж; д) 23-й этаж; е) 24-й этаж

а)



б)



в)

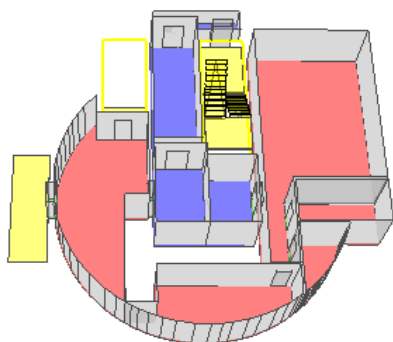


Рис. 17. Топология этажей высотной части ТОО «Горизонталь»:
а) 25-й этаж; б) 26-й этаж; в) 27-й этаж

5. ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ РАСЧЕТНЫХ СЦЕНАРИЕВ

Выбор расчетных сценариев сделан экспертным путем, в соответствии с п. 17 и приложением 6 Методики, на основе анализа пожарной опасности здания, объемно-планировочных решений объекта защиты, параметров эвакуационных путей и выходов, а также количества и мест размещения людей в помещениях.

В связи с тем, что в составе объекта защиты имеются пожарные отсеки различного функционального назначения (классов функциональной пожарной опасности), для объективной оценки уровня индивидуального пожарного риска в здании необходимо рассмотреть сценарии пожара в различных частях здания:

- в торговых помещениях надземной части стилобата;
- в офисных помещениях высотной части;
- в подземной автостоянке.

В результате анализа пожарной опасности объекта защиты, объемно-планировочных и конструктивных решений, параметров эвакуационных путей и выходов, количества и расположения людей в помещениях, группах помещений и пожарных отсеках, были выбраны следующие сценарии, при реализации которых можно ожидать наихудших последствий для находящихся в здании людей:

- Сценарий 01 – возникновение пожара на 2-м этаже здания, в стилобатной части, в одном из торговых залов, находящемся в непосредственной близости к одной из лестничных клеток;
- Сценарий 02 – возникновение пожара в высотной части здания, на 10-м этаже, вблизи выхода с этажа в одну из лестничных клеток;
- Сценарий 03 – возникновение пожара в подземной автостоянке, на -1-м этаже (отметка -3,300) вблизи выхода с этажа в одну из лестничных клеток.

5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСТОТЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПОЖАРО-ОПАСНЫХ СИТУАЦИЙ

Частота реализации пожароопасных ситуаций определяется частотой возникновения пожара в здании в течение года.

В соответствии с п. 8 Методики, частота возникновения пожара в здании в течение года $Q_{\text{п}}$ определяется на основании статистических данных, приведенных в приложении № 1 к Методике. При наличии данных о количестве людей в здании необходимо использовать уточненную оценку, а при их отсутствии – оценку в расчете на одно учреждение. При отсутствии статистической информации допускается принимать $Q_{\text{п}} = 4 \cdot 10^{-2}$ для каждого здания.

В связи с рассмотрением трех различных частях здания – пожарных отсеках различных классов функциональной пожарной опасности, частоту возникновения пожара необходимо определять отдельно для каждого рассматриваемого сценария (пожарного отсека).

Сценарий 01.

В связи с отсутствием статистической информации о количестве работников в предприятиях розничной торговли, расположенных в стилобатной части здания, принимаем частоту возникновения пожара в течение года $Q_{\text{п}}$ в указанном пожарном отсеке по данным в расчете на одно учреждение – равной $2,03 \cdot 10^{-2}$.

Сценарий 02.

В связи с отсутствием статистической информации о частоте возникновения пожаров в административных зданиях, принимаем частоту возникновения пожара в течение года $Q_{\text{п}}$ в офисных помещениях, расположенных в высотной части здания равной $4 \cdot 10^{-2}$.

Сценарий 03.

В связи с отсутствием статистической информации о частоте возникновения пожаров на автостоянках, принимаем частоту возникновения пожара в течение года $Q_{\text{п}}$ в подземном автомобильном паркинге равной $4 \cdot 10^{-2}$.

6. ПОСТРОЕНИЕ ПОЛЕЙ ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ ПОЖАРА

6.1. Формулировка сценариев развития пожара

Сценарий 01.

Возникновение пожара на 2-м этаже здания, в стилобатной части, в одном из торговых залов, находящемся в непосредственной близости к одной из лестничных клеток.

При моделировании развития пожара приняты следующие условия:

- пожар происходит в торговом бутике в осях Г-Д/10'-2 (в проектной документации на плане этажа обозначено 2-33) – элемент топологии «02033», расположенном вблизи выхода в лестничную клетку в осях Г-Д/9'-10' (элемент топологии «Лестничная клетка 20»);
- пожар распространяется внутри помещения до максимальной площади, равной площади помещения;
- происходит распространение опасных факторов пожара из помещения, через открытый дверной проем, по коридорам по всей площади этажа;
- двери в другие торговые помещения закрыты, что снижает общий объем рассматриваемых помещений и увеличивает скорость их задымления;
- распространению пожара в лестничные клетки препятствуют подпор воздуха в них;
- в помещении очага пожара принята типовая пожарная нагрузка «Вешала текстильных изделий» по данным [10];
- при моделировании пожара учитывается работы вытяжной противодымной вентиляции.

Расчетная область для моделирования распространения опасных факторов пожара приведена на рисунке 18, параметры элементов сценария приведены в приложении 2 к настоящему Отчету.

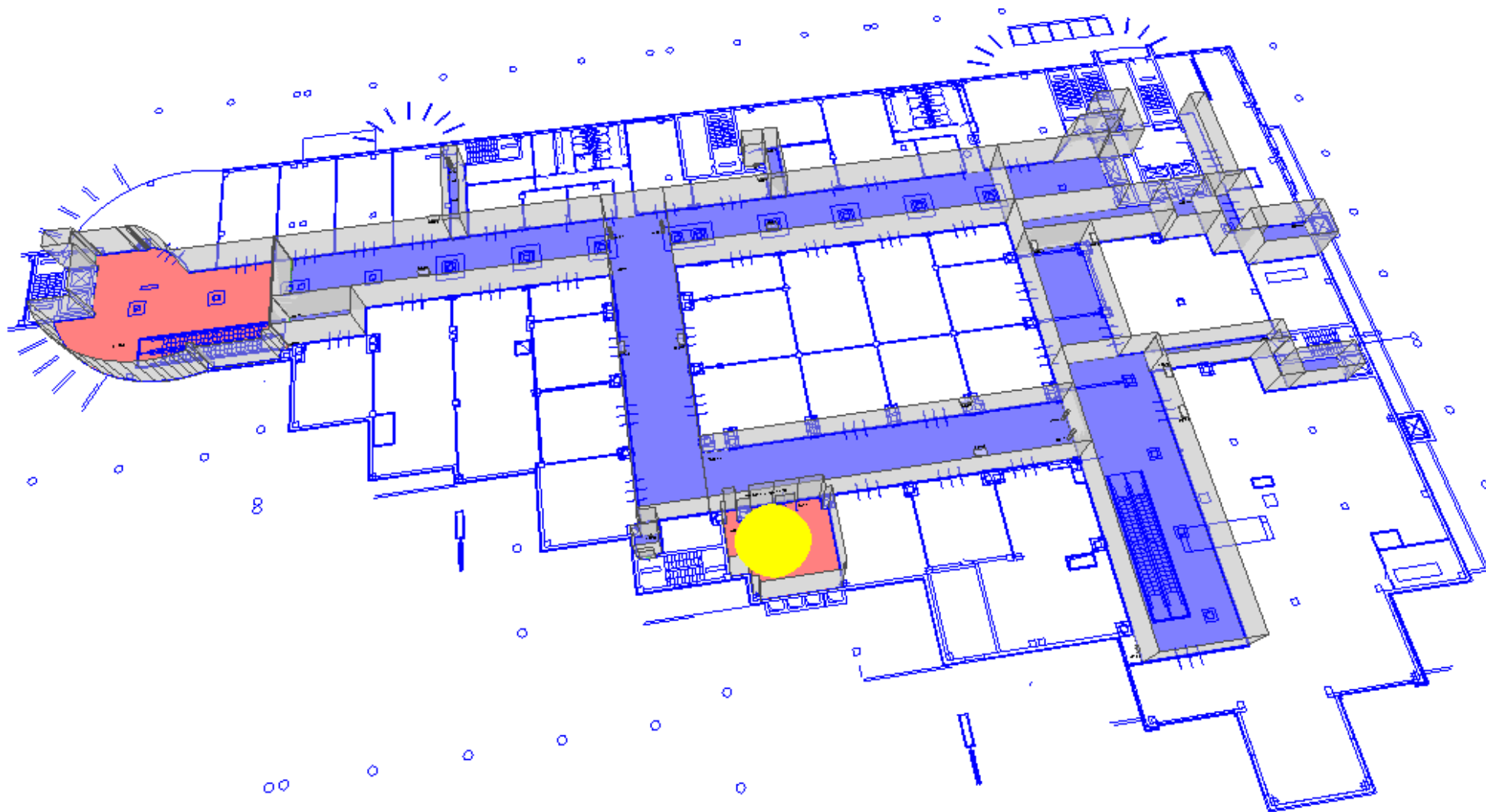


Рис. 18. Расчетная область для моделирования распространения опасных факторов пожара по Сценарию 01

Сценарий 02.

Возникновение пожара в высотной части здания, на 10-м этаже, вблизи выхода с этажа в одну из лестничных клеток.

При моделировании развития пожара приняты следующие условия:

- пожар происходит в кабинете в осях М-Н/7-8 – элемент топологии «10001», расположенном вблизи выхода в лестничную клетку в осях М-Н/8' (элемент топологии «Лестничная клетка 11»);
- пожар распространяется внутри помещения до площади 32 м^2 (площадь, превышающая в два раза площадь, защищаемую одним спринклером);
- происходит распространение опасных факторов пожара из помещения, через открытый дверной проем, по всей площади этажа (за исключением лифтового холла и перехода в воздушную зону незадымляемой лестничной клетки типа Н1);
- распространению пожара в лифтовой холл препятствует подпор воздуха в него при пожаре;
- в помещении очага пожара принята типовая пожарная нагрузка «Кабинет; мебель+бумага (0,75+0,25)» по данным [10];
- при моделировании пожара учитывается работы вытяжной противодымной вентиляции.

Расчетная область для моделирования распространения опасных факторов пожара приведена на рисунке 19, параметры элементов сценария приведены в приложении 2 к настоящему Отчету.

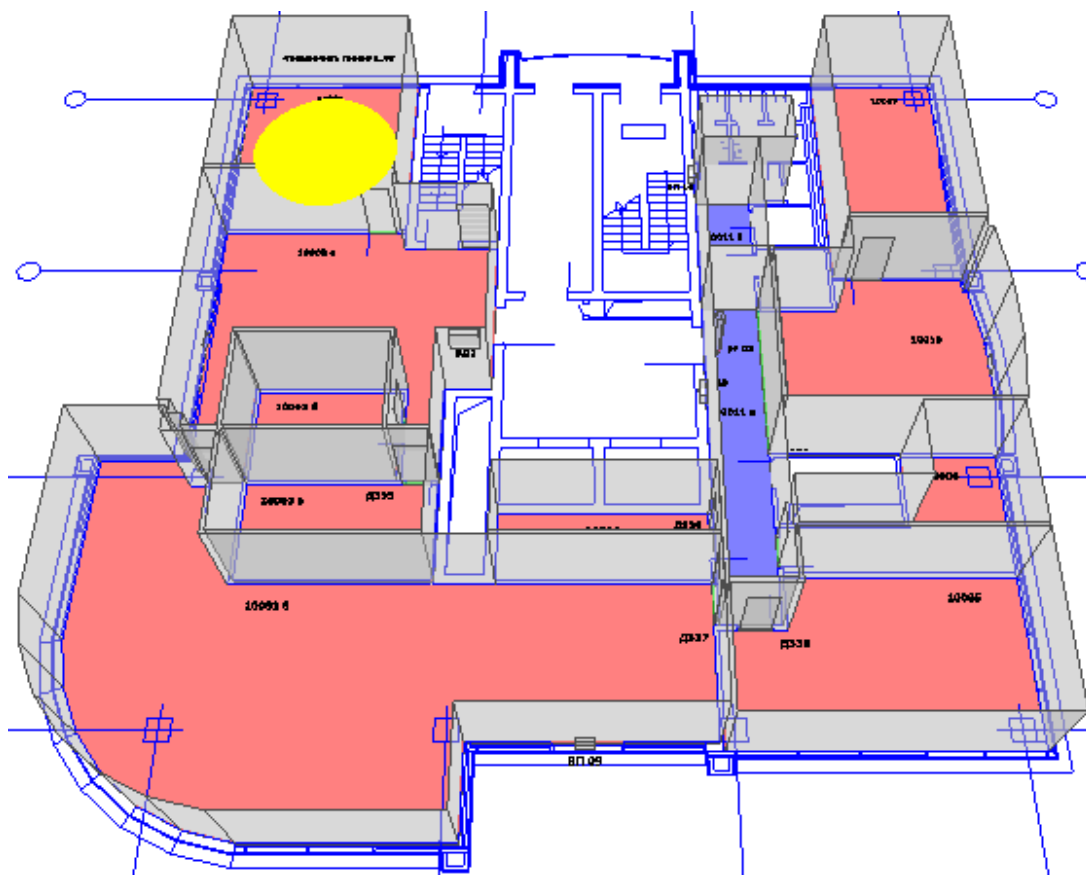


Рис. 19. Расчетная область для моделирования распространения опасных факторов пожара по Сценарию 02

Сценарий 03.

Возникновение пожара в подземной автостоянке, на -1-м этаже (отметка -3,300) вблизи выхода с этажа в одну из лестничных клеток.

При моделировании развития пожара приняты следующие условия:

- пожар происходит в части этажа в осях Г-Н/1'-1 – элемент топологии «-01007 б», вблизи выхода в лестничную клетку в осях Ж-И/6'-7' (элемент топологии «Лестничная клетка 21»);
- пожар распространяется внутри помещения до площади 20 м² (площадь, равная сумме площадей двух легковых автомобилей);
- происходит распространение опасных факторов пожара по всей площади помещения;
- распространению пожара в другую часть этажа (в осях А-Н/1-10) препятствует заполнение проемов в противопожарной стене;
- принята типовая пожарная нагрузка «Автомобиль; 0,3*(резина, бензин)+0,15*(ППУ, искожа ПВХ)+0,1*эмаль» по данным [10];
- при моделировании пожара учитывается работы вытяжной противодымной вентиляции.

Расчетная область для моделирования распространения опасных факторов пожара приведена на рисунке 20, параметры элементов сценария приведены в приложении 2 к настоящему Отчету.

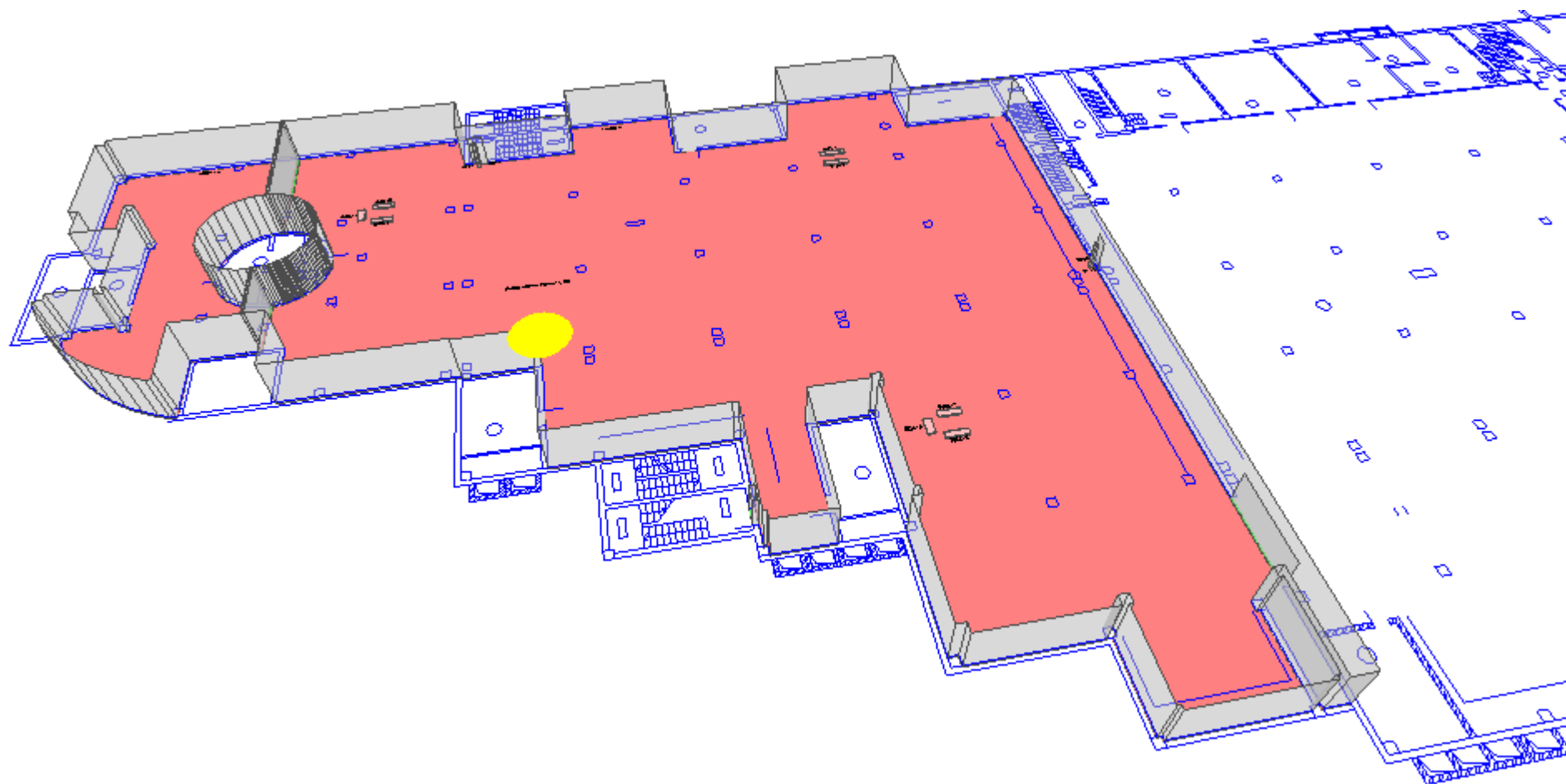


Рис. 21. Расчетная область для моделирования распространения опасных факторов пожара по Сценарию 03

6.2. Математическая модель развития пожара

Моделирование распространения опасных факторов пожара во всех расчетных сценариях выполнено при помощи математической двухзонной модели пожара в здании, описанной в разделе IV приложения 6 к Методике.

Для расчета используется программа «СИТИС: Блок 2.55» на основе модуля CFAST (Consolidated Fire Growth and Smoke Transport Model – единая модель развития пожара и перемещения дыма), разработанного Национальным институтом стандартов и технологии США в международной кооперации с научно-исследовательскими организациями США, Канады и Финляндии. На сегодняшний день CFAST является одной из лучших двухзонных моделей для расчета тепломассопереноса при пожаре.

Двухзонная модель тепломассопереноса при пожаре предполагает разделение каждого расчетного помещения на два контрольных объема – верхний (дымовой) слой и нижний слой. Дополнительными контрольными объемами в помещении с источником пожара являются дымовая струя и припотолочная струя. Многочисленные натурные пожарные испытания подтвердили, что двухзонные модели демонстрируют довольно достоверную картину пожара – горячие дымовые газы скапливаются под потолком, образуя дымовой слой, и параметры внутри слоя отличаются незначительно по сравнению с различием параметров между верхними и нижним слоями.

Критическое время по каждому из опасных факторов пожара определяется как время достижения этим фактором предельно допустимого значения на путях эвакуации на высоте 1,7 м от пола.

Предельно допустимые значения по каждому из опасных факторов пожара составляют:

по повышенной температуре – 70°C;

по тепловому потоку – 1400 Вт/м²;

по потере видимости – 20 м;

по пониженному содержанию кислорода – 0,226 кг/м³;

по каждому из токсичных газообразных продуктов горения (CO₂ – 0,11 кг/м³; CO – 1,16·10⁻³ кг/м³; HCL – 23·10⁻⁶ кг/м³).

Время блокирования $t_{\text{бл}}$ определяется по наименьшему из времен достижения опасными факторами пожара предельно допустимых значений:

$$t_{\text{бл}} = \min \left\{ t_{\text{кр}}^{\text{п.в.}}, t_{\text{кр}}^{\text{T}}, t_{\text{кр}}^{\text{т.г.}}, t_{\text{кр}}^{\text{O}_2}, t_{\text{кр}}^{\text{т.п.}} \right\}. \quad (4)$$

6.3. Результаты моделирования динамики развития пожара и определения времени блокирования

Сценарий 01

В качестве исходных данных принято:

Пожар происходит в торговом бутике в осях Г-Д/10'-2 (в проектной документации на плане этажа обозначено 2-33) – элемент топологии «02033», расположенном вблизи выхода в лестничную клетку в осях Г-Д/9'-10' (элемент топологии «Лестничная клетка 20»). Пожар распространяется внутри помещения до максимальной площади, равной площади помещения.

Происходит распространение опасных факторов пожара из помещения, через открытый дверной проем, по коридорам по всей площади этажа. Двери в другие торговые помещения закрыты, что снижает общий объем рассматриваемых помещений и увеличивает скорость их задымления. Распространению пожара в лестничные клетки препятствуют подпор воздуха в них.

В помещении очага пожара принята типовая пожарная нагрузка «Вешала текстильных изделий» по данным [10].

При моделировании пожара учитывается работы вытяжной противодымной вентиляции.

Моделирование пожара осуществлялось в течение 400 секунд с момента его возникновения.

Начальная температура в помещениях принята равной 20°C.

Для контроля за распространением опасных факторов пожара, определения времени блокирования помещений и путей эвакуации и последующего сопоставления с расчетным временем эвакуации в элементах топологии были расставлены 10 расчетных точек:

- рт 03 – в тамбуре (элемент топологии «02102») перед выходом с этажа в лестничную клетку в осях 1'/Л-М (элемент топологии «Лестничная клетка 01»);
- рт 04 – в коридоре (элемент топологии «02104») перед выходом с этажа в лестничную клетку в осях 7'-8'/М-Н (элемент топологии «Лестничная клетка 04»);
- рт 05 – в коридоре (элемент топологии «02106 а») перед выходом с этажа в лестничную клетку в осях 1-2/М-Н (элемент топологии «Лестничная клетка 07»);
- рт 06 – в коридоре (элемент топологии «02103 с») перед выходом с этажа в лестничную клетку в осях 9-10/Е-И (элемент топологии «Лестничная клетка 14»);
- рт 07, рт 09 – в коридоре (элемент топологии «02103 г») на пути движения к выходам в лестничные клетки в осях 7'-8'/М-Н (элемент топологии «Лестничная клетка 04») и в осях 1-2/М-Н (элемент топологии «Лестничная клетка 07»);
- рт 08, рт 10 – в коридоре (элемент топологии «02103 п») на пути движения к выходам в лестничные клетки в осях 9-10/Е-И (элемент топологии «Лестничная клетка 14») и в осях 1-2/М-Н (элемент топологии «Лестничная клетка 07»).

Результаты расчетов времени блокирования представлены в таблице 1.

**Время блокирования опасными факторами пожара
помещений и участков путей эвакуации**

Расчетная точка	Время блокирования, с	Время достижения опасными факторами пожара критических значений, с						
		По повышенной температуре	По потере видимости	По пониженному содержанию кислорода	По CO ₂	По CO	По HCL	По тепловому потоку
рт 03	более 400 с	более 400 с	более 400 с	более 400 с	более 400 с	более 400 с	более 400 с	более 400 с
рт 04	более 400 с	более 400 с	более 400 с	более 400 с	более 400 с	более 400 с	более 400 с	более 400 с
рт 05	более 400 с	более 400 с	более 400 с	более 400 с	более 400 с	более 400 с	более 400 с	более 400 с
рт 06	более 400 с	более 400 с	более 400 с	более 400 с	более 400 с	более 400 с	более 400 с	более 400 с
рт 07	более 400 с	более 400 с	более 400 с	более 400 с	более 400 с	более 400 с	более 400 с	более 400 с
рт 08	220	более 400 с	220	более 400 с	более 400 с	более 400 с	более 400 с	382
рт 09	более 400 с	более 400 с	более 400 с	более 400 с	более 400 с	более 400 с	более 400 с	более 400 с
рт 10	220	более 400 с	220	более 400 с	более 400 с	более 400 с	более 400 с	382

По результатам расчетов определено, что:

- через 220 секунд с момента возникновения пожара происходит блокирование его опасными факторами участка коридора (элемент топологии «02103 п»; расчетные точки рт 08, рт 10), примыкающего к помещению очага пожара;
- блокирование опасными факторами пожара выходов со 2-го этажа в лестничные клетки в течение 400 секунд не происходит;
- незадымляемость путей эвакуации обеспечивается работой противодымной вентиляции.

Распространение дыма по расчетной области проиллюстрировано на рисунке 22.

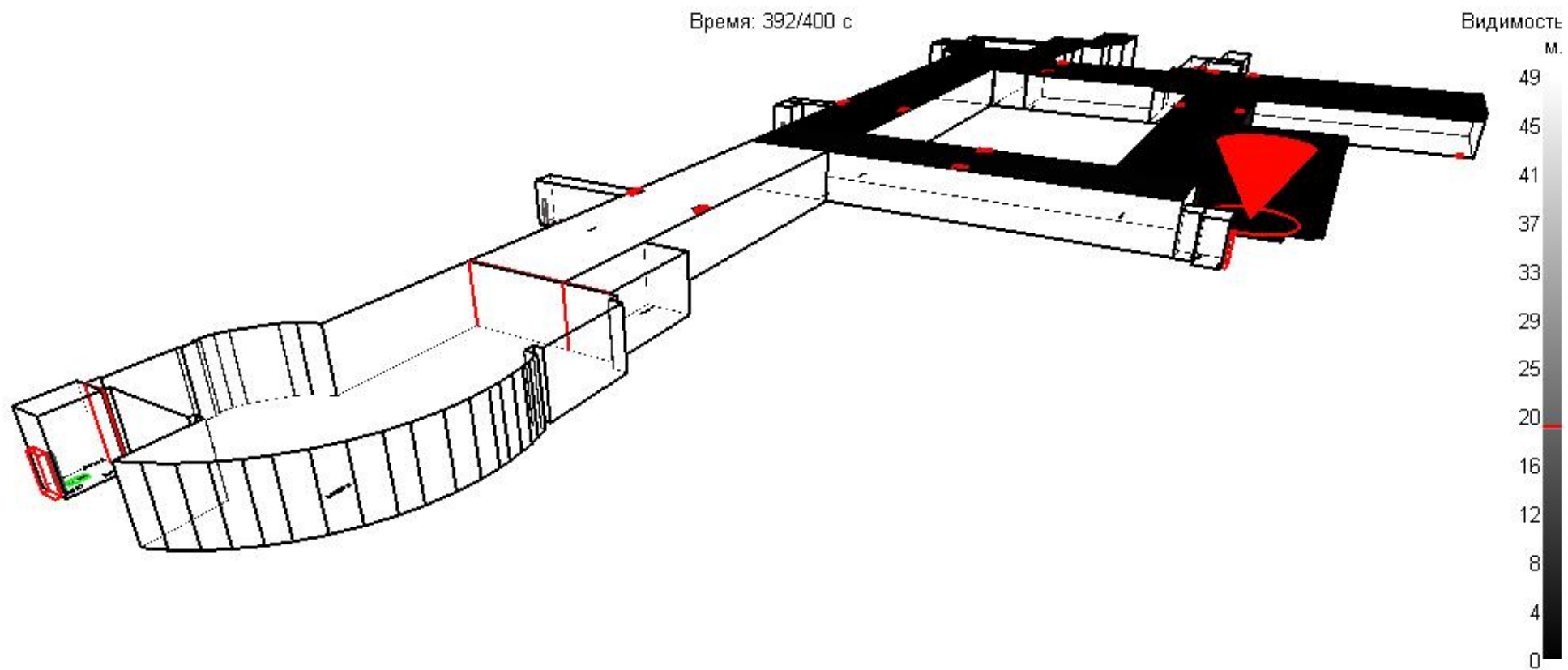


Рис. 22. Сценарий 01. Распространение дыма по коридору 2-го этажа через 392 секунды с момента возникновения пожара.

Сценарий 02

В качестве исходных данных принято:

Пожар происходит в кабинете в осях М-Н/7-8 – элемент топологии «10001», расположенном вблизи выхода в лестничную клетку в осях М-Н/8 (элемент топологии «Лестничная клетка 11»). Пожар распространяется внутри помещения до площади 32 м^2 (площадь, превышающая в два раза площадь, защищаемую одним спринклером).

Происходит распространение опасных факторов пожара из помещения, через открытый дверной проем, по всей площади этажа (за исключением лифтового холла и перехода в воздушную зону незадымляемой лестничной клетки типа Н1). Распространению пожара в лифтовой холл препятствует подпор воздуха в него при пожаре.

В помещении очага пожара принята типовая пожарная нагрузка «Кабинет; мебель+бумага (0,75+0,25)» по данным [10].

При моделировании пожара учитываются работы вытяжной противодымной вентиляции.

Моделирование пожара осуществлялось в течение 300 секунд с момента его возникновения.

Начальная температура в помещениях принята равной 20°C .

Для контроля за распространением опасных факторов пожара, определения времени блокирования помещений и путей эвакуации и последующего сопоставления с расчетным временем эвакуации в элементах топологии были расставлены 2 расчетных точки:

- рт 01 – в помещении (элемент топологии «10002 а»), соседнем с помещением очага пожара, перед выходом из него в следующее по пути эвакуации помещение (элемент топологии «10003 б»);
- рт 02 – в коридоре (элемент топологии «10011 в») перед выходом с этажа в лифтовой холл (элементы топологии «10012 а», «10012 б»).

Результаты расчетов времени блокирования представлены в таблице 2.

Таблица 2

Время блокирования опасными факторами пожара помещений и участков путей эвакуации

Расчетная точка	Время блокирования, с	Время достижения опасными факторами пожара критических значений, с						
		По повышенной температуре	По потере видимости	По понижению содержанию кислорода	По CO_2	По CO	По HCL	По тепловому потоку
рт 01	78	99	78	99	110	99	более 300 с	85

Расчетная точка	Время блокирования, с	Время достижения опасными факторами пожара критических значений, с						
		По повышенной температуре	По потере видимости	По понижению содержанию кислорода	По CO ₂	По CO	По HCL	По тепловому потоку
рт 02	более 300 с	более 300 с	более 300 с	более 300 с	более 300 с	более 300 с	более 300 с	более 300 с

По результатам расчетов определено, что:

- через 78 секунд с момента возникновения пожара происходит блокирование его опасными факторами помещения (элемент топологии «10002 а»), смежного с помещением очага пожара, а также выходов из него в следующее по пути эвакуации помещение (элемент топологии «10003 б») и лифтовой холл (элементы топологии «10012 а», «10012 б»);
- время блокирования опасными факторами пожара выходов из коридора (элемент топологии «10011 в») в лифтовой холл (элементы топологии «10012 а», «10012 б») превышает 300 секунд;
- работа противодымной вентиляции существенно замедляет скорость распространения опасных факторов пожара по этажу, но не предотвращает полностью.

Распространение дыма по расчетной области проиллюстрировано на рисунке 23.

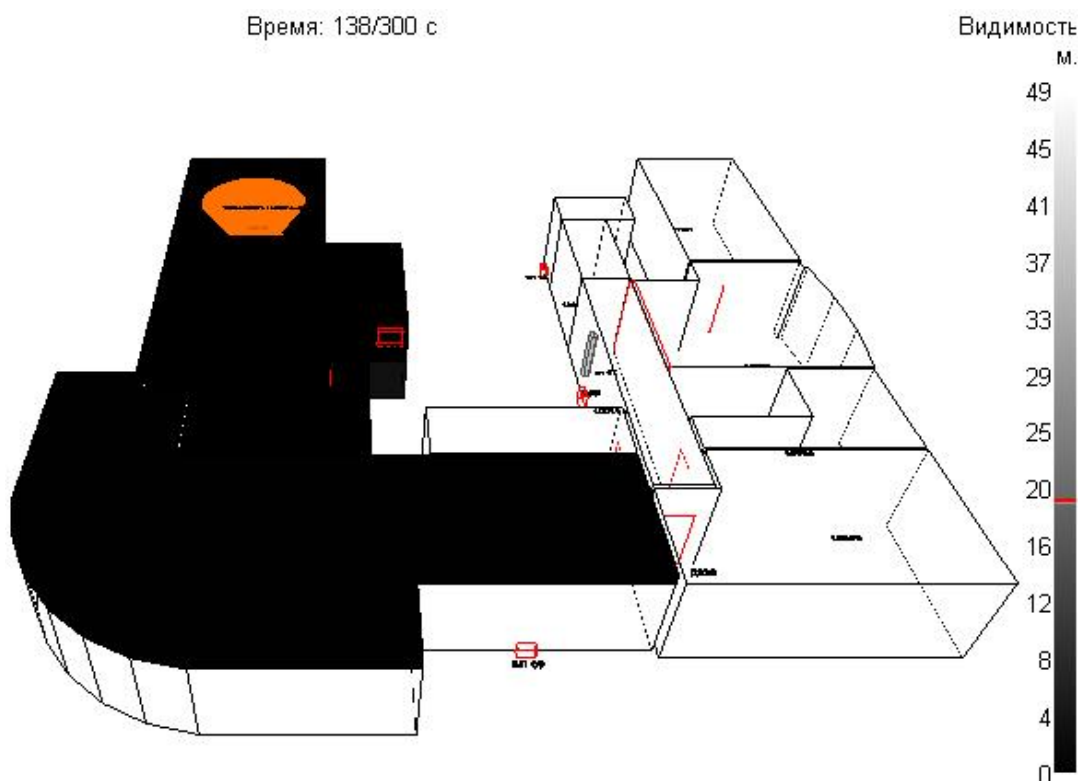


Рис. 23. Сценарий 02. Распространение дыма по помещениям 10-го этажа через 138 секунд с момента возникновения пожара

Сценарий 03

В качестве исходных данных принято:

Пожар происходит в части этажа в осях Г-Н/1'-1 – элемент топологии «-01007 б», вблизи выхода в лестничную клетку в осях Ж-И/6'-7' (элемент топологии «Лестничная клетка 21»). Пламенное горение распространяется внутри помещения до площади 20 м² (площадь, равная сумме площадей двух легковых автомобилей).

Происходит распространение опасных факторов пожара по всей площади помещения. Распространению пожара в другую часть этажа (в осях А-Н/1-10) препятствует заполнение проемов в противопожарной стене.

Принята типовая пожарная нагрузка «Автомобиль; 0,3*(резина, бензин)+0,15*(ППУ, изожа ПВХ)+0,1*эмаль» по данным [10].

При моделировании пожара учитывается работы вытяжной противодымной вентиляции.

Моделирование пожара осуществлялось в течение 400 секунд с момента его возникновения.

Начальная температура в помещениях принята равной 20°C.

Для контроля за распространением опасных факторов пожара, определения времени блокирования помещений и путей эвакуации и последующего сопоставления с расчетным временем эвакуации в помещении очага пожара (элемент топологии «-01007 б») были расставлены 2 расчетных точки:

- рт 11 – перед выходом в лестничную клетку в осях 5'-6'/М-Н (элемент топологии «Лестничная клетка 03»);
- рт 12 – перед выходом в соседнее помещение, пожарный отсек в осях 1-10 (элемент топологии «-01007 в»).

Результаты расчетов времени блокирования представлены в таблице 3.

Таблица 3

Время блокирования опасными факторами пожара помещений и участков путей эвакуации

Расчетная точка	Время блокирования, с	Время достижения опасными факторами пожара критических значений, с						
		По повышенной температуре	По потере видимости	По пониженному содержанию кислорода	По CO ₂	По CO	По HCL	По тепловому потоку
рт 11	359	более 400 с	более 400 с	более 400 с	более 400 с	более 400 с	более 400 с	359
рт 12	359	более 400 с	более 400 с	более 400 с	более 400 с	более 400 с	более 400 с	359

По результатам расчетов определено, что:

- через 359 секунд с момента возникновения пожара происходит блокирование опасными факторами помещения очага пожара (элемент топологии «-01007 б») в целом и выходов из него – в частности;
- опасным фактором пожара, определяющим время блокирования, является тепловой поток; работа противодымной вентиляции обеспечивает незадымление помещения очага пожара в течение более чем 400 секунд.

Распространение дыма по расчетной области проиллюстрировано на рисунке 24.



Рис. 24. Сценарий 03. Распространение дыма по автостоянке на -1-м этаже через 312 секунд с момента возникновения пожара

7. ОЦЕНКА ПОСЛЕДСТВИЙ ВОЗДЕЙСТВИЯ ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ ПОЖАРА НА ЛЮДЕЙ

Оценка последствий воздействия опасных факторов пожара на людей заключается в определении вероятности эвакуации людей из здания при пожаре.

Вероятность эвакуации людей определяется по формуле (3) на основе сопоставления значений расчетного времени эвакуации людей и времени блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара.

7.1. Формулировка расчетных сценариев эвакуации

С целью получения достоверных результатов, учитывающих в том числе возможные задержки, образующиеся при слиянии в лестничных клетках потоков, движущихся с различных этажей, в ходе расчета моделировалась эвакуация людей до выходов из здания наружу.

Для определения вероятности эвакуации определялось время прохождения людскими потоками расчетных точек, размещенных на этаже пожара, и время выхода последнего человека с этажа пожара.

Максимальное количество людей, одновременно находящихся в здании, для оценки соответствия требованиям пожарной безопасности и расчета путей эвакуации, принималось в соответствии с положениями СП 1.13130.2009:

- для магазинов – из расчета на одного человека 3 м² площади торгового зала, включая площадь, занятую оборудованием;
- в офисных помещениях – из расчета 6 м² площади на одного человека;
- в зальных помещениях организаций общественного питания – из расчета количества посадочных мест;
- в помещениях для посетителей операционной кассы банка – из расчета на одного человека 1,35 м² площади помещения для посетителей, включая площадь, занятую оборудованием;
- в помещениях для хранения автомобилей – из расчета 1 человек на каждое машиноместо.

Общее количество людей в помещениях объекта защиты, принятое для расчета времени эвакуации, составило 5 166 человек. В том числе:

- этаж на отметке -6,600 (-2-й этаж) – 86 человек;
- этаж на отметке -3,300 (-1-й этаж) – 77 человек;
- 1-й этаж – 754 человек;
- 1-й «А» этаж (отметка 2,850) – 65 человек;
- 2-й этаж – 949 человек;
- 3-й этаж – 1127 человек;
- 4-й этаж – 926 человек;
- 5-й этаж – 200 человек;
- 6-й этаж – 46 человек;
- 7-й этаж – 50 человек;

- 8-й этаж – 50 человек;
- 9-й этаж – 51 человек;
- 10-й этаж – 50 человек;
- 11-й этаж – 50 человек;
- 12-й этаж – 54 человек;
- 13-й этаж – 49 человек;
- 14-й этаж – 50 человек;
- 15-й этаж – 49 человек;
- 16-й этаж (технический) – 0 человек;
- 17-й этаж – 50 человек;
- 18-й этаж – 50 человек;
- 19-й этаж – 50 человек;
- 20-й этаж – 50 человек;
- 21-й этаж – 50 человек;
- 22-й этаж – 55 человек;
- 23-й этаж – 44 человек;
- 24-й этаж – 50 человек;
- 25-й этаж – 49 человек;
- 26-й этаж – 57 человек;
- 27-й этаж (технический) – 0 человек.

Размещение людей в помещениях объекта защиты одинаково во всех расчетных сценариях.

Средняя площадь горизонтальной проекции человека для всех людей, участвующих в расчете времени эвакуации, была принята как для взрослого человека в зимней одежде.

Обосновывать принятие такого типа проекции для посетителей нет необходимости. Принятие такой площади горизонтальной проекции для работников обусловлена отсутствием общего гардероба: несмотря на то, что работники находятся на своих местах без верхней одежды, хранится она, как в правило, в рабочих кабинетах или вблизи от рабочего места, и в зимнее время года работники будут эвакуироваться в верхней одежде.

При моделировании эвакуации в число эвакуационных выходов и путей эвакуации не включались:

- выходы, в проемах которых установлены раздвижные двери;
- разгрузочные помещения магазинов;
- проходы, в которых установлены турникеты, и другие средства перенаправления людских потоков, препятствующие нормальной эвакуации людей;
- лестничные клетки, соединяющие подземные и надземные этажи (при эвакуации из подземных этажей);
- лифты и эскалаторы.

Сценарии эвакуации людей определяются выбранными и сформулированными в соответствующих разделах настоящего Отчета сценариями возникновения и развития пожаров.

С учетом объемно-планировочных решений объекта защиты, в связи с тем, что эвакуационные потоки из различных частей здания (подземная автостоянка, надземная стилобатная часть, высотная часть) не сливаются и не пересекаются, моделирование процесса эвакуации следует проводить отдельно для каждой из трех частей здания.

В соответствии с ними были выбраны и сформулированы следующие сценарии эвакуации.

Сценарий 01.

Эвакуация из надземной части стилобата (этажи с 1-го по 6-й) при возникновении пожара на 2-м этаже – в торговом бутике в осях Г-Д/10'-2 (в проектной документации на плане этажа обозначен 2-33; элемент топологии «02033»), расположенном вблизи выхода в лестничную клетку в осях Г-Д/9'-10' (элемент топологии «Лестничная клетка 20»). Предполагаем, что в этом случае происходит блокирование, с момента возникновения пожара, выхода в лестничную клетку (элемент топологии «Лестничная клетка 20»), эвакуация через нее не осуществляется.

Все люди со 2-го этажа эвакуируются через четыре оставшиеся лестничные клетки: элементы топологии «Лестничная клетка 01», «Лестничная клетка 04», «Лестничная клетка 07», «Лестничная клетка 14».

В связи с тем, что все упомянутые выше пять лестничных клеток являются незадымляемыми типа Н2 (с подпором воздуха при пожаре), эвакуация с выше- и нижерасположенных этажей осуществляется через все имеющиеся эвакуационные выходы.

В связи с тем, что эвакуационные потоки из различных частей здания не сливаются и не пересекаются, в ходе данного расчетного сценария моделирование процесса эвакуации из подземной автостоянки и высотной части здания не осуществлялось.

Количество людей, участвующих в расчете по Сценарию 01 – 4 045 человек.

Время начала эвакуации было принято:

- из помещения очага пожара (элемент топологии «02033») – 0 минут;
- из помещений, расположенных на 2-м этаже в непосредственной близости к помещению очага пожара (элементы топологии «02021», «02032», «02034»), с учетом того, что все помещения на этаже отгорожены от коридоров светопрозрачными стеклянными перегородками – 0,5 минуты;
- из остальных помещений 2-го этажа, а также из помещений 1-го, 3-го, 4-го, 5-го и 6-го этажей – 1 минута.

Для определения времени выхода людей со 2-го этажа через каждый эвакуационный выход, а также времени прохождения эвакуационными потоками участков путей эвакуации, которые могут быть заблокированы опасными факторами пожара, в топологии, на 2-м этаже были расставлены 10 расчетных точек:

- рт 03 – в тамбуре (элемент топологии «02102») перед выходом с этажа в лестничную клетку в осях 1'/Л-М (элемент топологии «Лестничная клетка 01»);
- рт 04 – в коридоре (элемент топологии «02104») перед выходом с этажа в лестничную клетку в осях 7'-8'/М-Н (элемент топологии «Лестничная клетка 04»);

- рт 05 – в коридоре (элемент топологии «02106 а») перед выходом с этажа в лестничную клетку в осях 1-2/М-Н (элемент топологии «Лестничная клетка 07»);
- рт 06 – в коридоре (элемент топологии «02103 с») перед выходом с этажа в лестничную клетку в осях 9-10/Е-И (элемент топологии «Лестничная клетка 14»);
- рт 07, рт 09 – в коридоре (элемент топологии «02103 г») на пути движения к выходам в лестничные клетки в осях 7'-8'/М-Н (элемент топологии «Лестничная клетка 04») и в осях 1-2/М-Н (элемент топологии «Лестничная клетка 07»);
- рт 08, рт 10 – в коридоре (элемент топологии «02103 п») на пути движения к выходам в лестничные клетки в осях 9-10/Е-И (элемент топологии «Лестничная клетка 14») и в осях 1-2/М-Н (элемент топологии «Лестничная клетка 07»).

Сценарий 02.

Эвакуация из высотной части здания (этажи с 7-го по 27-й) при возникновении пожара на 10-м этаже – в кабинете в осях М-Н/7-8 (элемент топологии «10001»), расположенном вблизи выхода с этажа в лестничную клетку в осях М-Н/8 (элемент топологии «Лестничная клетка 11»).

Предполагаем, что в этом случае происходит блокирование, с момента возникновения пожара, выхода в лестничную клетку в осях М-Н/8 (элемент топологии «Лестничная клетка 11»), эвакуация через нее не осуществляется.

Все люди с 10-го этажа эвакуируются через одну лестничную клетку в осях 8-9/М-Н (элемент топологии «Лестничная клетка 12»).

В связи с тем, что обе лестничные клетки, соединяющие этажи высотной части здания, являются незадымляемыми, типа Н1 и Н2, эвакуация с выше- и нижерасположенных этажей высотной части здания осуществляется в две лестничные клетки.

В связи с тем, что эвакуационные потоки из различных частей здания не сливаются и не пересекаются, в ходе данного расчетного сценария моделирование процесса эвакуации из подземной автостоянки и стилобатной части здания не осуществлялось.

Количество людей, участвующих в расчете по Сценарию 02 – 958 человек.

Время начала эвакуации было принято:

- из помещения очага пожара (элемент топологии «10001») – 0 минут;
- из помещений, расположенных на 10-м этаже, непосредственно примыкающих к помещению пожара, и помещений, через которые проходит маршрут эвакуации людей из помещения очага пожара (элементы топологии «10002 а», «10002 б», «10003 а», «10003 б») – 0,5 минуты;
- из остальных помещений 10-го этажа, а также из помещений 7-го, 8-го, 9-го, 11-го ... 15-го, 17-го ... 26-го этажей – 1,5 минуты.

Для определения времени выхода людей с 10-го этажа, а также времени прохождения эвакуационными потоками участков путей эвакуации, которые могут быть блокированы опасными факторами пожара, в топологии, на 10-м этаже были расставлены 2 расчетные точки:

- рт 01 – в помещении (элемент топологии «10002 а»), соседнем с помещением очага пожара, перед выходом из него в следующее по пути эвакуации помещение (элемент топологии «10003 б»);

- рт 02 – в коридоре (элемент топологии «10011 в») перед выходом с этажа в лифтовой холл (элементы топологии «10012 а», «10012 б»).

Сценарий 03.

Эвакуация из подземных этажей здания (этажи на отметках -6,600 и -3,300), при возникновении пожара в помещении автомобильной стоянки на -1-м этаже (отметка -3,300). Пожар происходит в части этажа в осях Г-Н/1'-1 – элемент топологии «-01007 б», вблизи выхода в лестничную клетку в осях Ж-И/6'-7' (элемент топологии «Лестничная клетка 21»). Предполагаем, что в этом случае происходит блокирование, с момента возникновения пожара, выхода в лестничную клетку в осях Ж-И/6'-7' (элемент топологии «Лестничная клетка 21»), эвакуация через нее не осуществляется.

Все люди с -1-го этажа эвакуируются через оставшиеся три лестничные клетки: элементы топологии «Лестничная клетка 03», «Лестничная клетка 06», «Лестничная клетка 18». Люди из помещения очага пожара эвакуируются в лестничную клетку в осях 5'-6'/М-Н (элемент топологии «Лестничная клетка 03») и в соседний пожарный отсек в осях 1-10 (элемент топологии «-01007 в»), имеющий эвакуационные выходы в лестничные клетки.

В связи с тем, что лестничные клетки, служащие для эвакуации людей из автомобильной стоянки на -1-м и -2-м этажах отдельные и имеют выходы непосредственно наружу, эвакуация с -2-го этажа осуществляется через все имеющиеся эвакуационные выходы. В связи с тем, что помещения банка, расположенные в -1-м и -2-м этажах, не сообщаются с помещениями автомобильной стоянки и имеют обособленные выходы наружу, эвакуация из них осуществляется в обычном режиме.

В связи с тем, что эвакуационные потоки из различных частей здания не сливаются и не пересекаются, в ходе данного расчетного сценария моделирование процесса эвакуации из наземной части здания не осуществлялось.

Количество людей, участвующих в расчете по Сценарию 03 – 163 человек.

Время начала эвакуации было принято:

- из помещения очага пожара (элементы топологии «-01007 а» и «-01007 б»), а также служебных помещений, расположенных в пожарном отсеке в осях 1'-1 (элементы топологии «-01001», «-01002», «-01008» – 0,5 минут;
- из помещений, расположенных на -1-м этаже в соседнем пожарном отсеке (в осях 1-10), включая помещения банка, а также из -2-го этажа – 1,5 минуты.

Для определения времени выхода людей из помещения очага пожара (в лестничную клетку и соседний пожарный отсек), в топологии, на -1-м этаже были расставлены 2 расчетные точки:

- рт 11 – перед выходом в лестничную клетку в осях 5'-6'/М-Н (элемент топологии «Лестничная клетка 03»);
- рт 12 – перед выходом в соседнее помещение, пожарный отсек в осях 1-10 (элемент топологии «-01007 в»).

7.2. Методика определения расчетного времени эвакуации людей

Расчетное время эвакуации людей из помещений определено на основе моделирования движения людей по имитационно-стохастической модели движения людских потоков, описанной в приложении № 4 к Методике.

Математическая модель эвакуации людей при пожаре в настоящей работе была реализована при помощи программы «СИТИС: Флоутек ВД 2.55».

Изготовитель ООО «СИТИС», г. Екатеринбург.

Сертификат соответствия № РОСС RU.СП15.Н00345 выдан ООО ЦСПС (Орган по сертификации программной продукции в строительстве), срок действия с 15.10.2010 по 14.10.2012.

7.3. Результаты определения расчетного времени эвакуации

Распределение людей по объектам топологии, маршруты эвакуации, расчетные схемы и схемы разбиения маршрутов на участки по всем расчетным сценариям приведены в приложении 3 к настоящему Отчету.

В настоящем разделе лишь приведены краткие результаты выполненных расчетов.

Сценарий 1.

Время полной эвакуации людей из здания до выходов наружу составило:

- через Выход 01 – 8,97 минуты¹;
- через Выход 05 – 12,83 минуты;
- через Выход 06 – 1,99 минуты;
- через Выход 09 – 10,84 минуты;
- через Выход 11 – 1,67 минуты;
- через Выход 15 – 5,41 минуты;
- через Выход 17 – 1,21 минуты;
- через Выход 18 – 2,98 минуты;
- через Выход 19 – 13,10 минуты;
- через Выход 21 – 3,57 минуты;
- через Выход 22 – 1,74 минуты;
- через Выход 27 – 11,06 минуты.

Время прохождения последнего эвакуирующегося человека через расчетные точки, размещенные перед выходами из 2-го этажа в лестничные клетки и в коридорах 2-го этажа, составило:

- рт 03 (элемент топологии «02102») – 4,69 минуты²;
- рт 04 (элемент топологии «02104») – 5,00 минут;
- рт 05 (элемент топологии «02106 а») – 5,01 минуты;
- рт 06 (элемент топологии «02103 с») – 4,69 минуты;
- рт 07 (элемент топологии «02103 г») – 2,31 минуты;

¹ Здесь и далее расчетное время эвакуации указано с учетом времени начала эвакуации.

² Здесь и далее время прохождения расчетных точек указано с учетом времени начала эвакуации.

- рт 08 (элемент топологии «02103 п») – 1,46 минуты;
- рт 09 (элемент топологии «02103 г») – 1,38 мин;
- рт 10 (элемент топологии «02103 п») – 1,31 мин;

В ходе эвакуации образовывались участки с высокой плотностью людского потока (более $0,5 \text{ м}^2/\text{м}^2$). Время существования скоплений составило 11,01 минуты.

Скопления, образуются во всех лестничных клетках (элементы топологии «Лестничная клетка 01», «Лестничная клетка 04», «Лестничная клетка 07», «Лестничная клетка 10», «Лестничная клетка 14», «Лестничная клетка 20»), а также перед выходами в них со всех этажей.

Время, существования скоплений, полученное в результате расчета параметров эвакуации людей по Сценарию 01, максимально допустимое (6 минут), установленное п. 9 Методики.

С целью определения продолжительности существований в каждой лестничной клетке, было проведено раздельное моделирование процесса эвакуации по каждому эвакуационному выходу, где их существование потенциально может быть длительным.

Были проведены расчеты еще по шести сценариям. Получены следующие результаты:

- Сценарий 1.3 – Выход 01, Лестничная клетка 01: количество людей, участвующих в расчете – 609 человек; время эвакуации до выхода наружу – 8,97 мин.; время существования скоплений – 6,47 минуты.
- Сценарий 1.4 – Выход 05, Лестничная клетка 04: количество людей, участвующих в расчете – 710 человек; время эвакуации до выхода наружу – 12,83 мин.; время существования скоплений – 10,9 минуты.
- Сценарий 1.5 – Выход 09, Лестничная клетка 07: количество людей, участвующих в расчете – 590 человек; время эвакуации до выхода наружу – 10,84 мин.; время существования скоплений – 9,04 минуты.
- Сценарий 1.6 – Выход 15, Лестничная клетка 10: количество людей, участвующих в расчете – 242 человека; время эвакуации до выхода наружу – 5,41 мин.; время существования скоплений – 2,4 минуты.
- Сценарий 1.7 – Выход 19, Лестничная клетка 14: количество людей, участвующих в расчете – 798 человек; время эвакуации до выхода наружу – 13,1 мин.; время существования скоплений – 11,01 минуты.
- Сценарий 1.8 – Выход 27, Лестничная клетка 20: количество людей, участвующих в расчете – 677 человек; время эвакуации до выхода наружу – 11,06 мин.; время существования скоплений – 8,96 минуты.

Как видно, скопления недопустимой продолжительности образуются абсолютно во всех лестничных клетках стилобатной части здания, за исключением «Лестничной клетки 10» (по ней эвакуируются люди только с 5-го и 4-го этажей; общее количество эвакуируемых составляет 242 человека). Это говорит о недостаточном их количестве и (или) ширине.

Суммарная ширина лестничных клеток и выходов в них оказалась также недостаточной при проверке этих параметров на соответствие требованиям

нормативных документов по пожарной безопасности. Так, в соответствии с требованием п. 1.105 СНиП 2.08.02-89* «Общественные здания и сооружения», действовавшего в период проектирования и строительства объекта защиты, ширину эвакуационного выхода из коридора на лестничную клетку, а также ширину маршей лестниц следует устанавливать в зависимости от числа эвакуирующихся через этот выход из расчета на 1 м ширины выхода (двери) и степени огнестойкости зданий. Для зданий I и II степени огнестойкости этот параметр составляет 165 человек. Т.е., с учетом требования п. 6.15 СНиП 21-01-97* «Пожарная безопасность зданий и сооружений», суммарная ширина всех эвакуационных выходов с этажа, за исключением одного наиболее широкого, должна быть не менее 6,84 м. Не менее этого значения должна быть суммарная ширина лестничных маршей всех лестничных клеток, за исключением одной наиболее широкой.

Общая ширина выходов с любого этажа стилобатной части здания в лестничные клетки должна быть не менее 8,55 м. Суммарная ширина лестничных маршей всех лестничных клеток должна быть не менее этого значения.

Расчет ширины выходов с этажа и маршей лестниц выполнен по количеству людей, находящихся на наиболее населенном этаже здания – 3-м этаже. Максимальное количество людей, которые могут одновременно находиться на 3-м этаже здания, определенное в соответствии с СП 1.13130.2009, составляет 1 127 человек.

При расчетной суммарной ширине эвакуационных выходов с этажа, равной 8,55 м, и неизменном количестве выходов, минимальная ширина каждого выхода в лестничную клетку должна составлять 1,71 м. Не менее этого значения должна быть ширина марша в каждой лестничной клетке.

Фактическая ширина выходов с этажей здания в лестничные клетки находится в диапазоне 0,9 – 1,22 м. Суммарная ширина выходов со 2-го этажа в лестничные клетки составляет 5,78 м. Это значение меньше требуемого на 32,4 %.

Фактическая ширина маршей лестничных клеток находится в диапазоне 1,09 – 1,12 м. Их суммарная ширина составляет 5,54 м. Это значение меньше требуемого на 35,2 %.

Описанные выше исследования и их анализ свидетельствуют об адекватности результатов выполненных расчетов.

Ход эвакуации проиллюстрирован на рисунках 25 – 26.

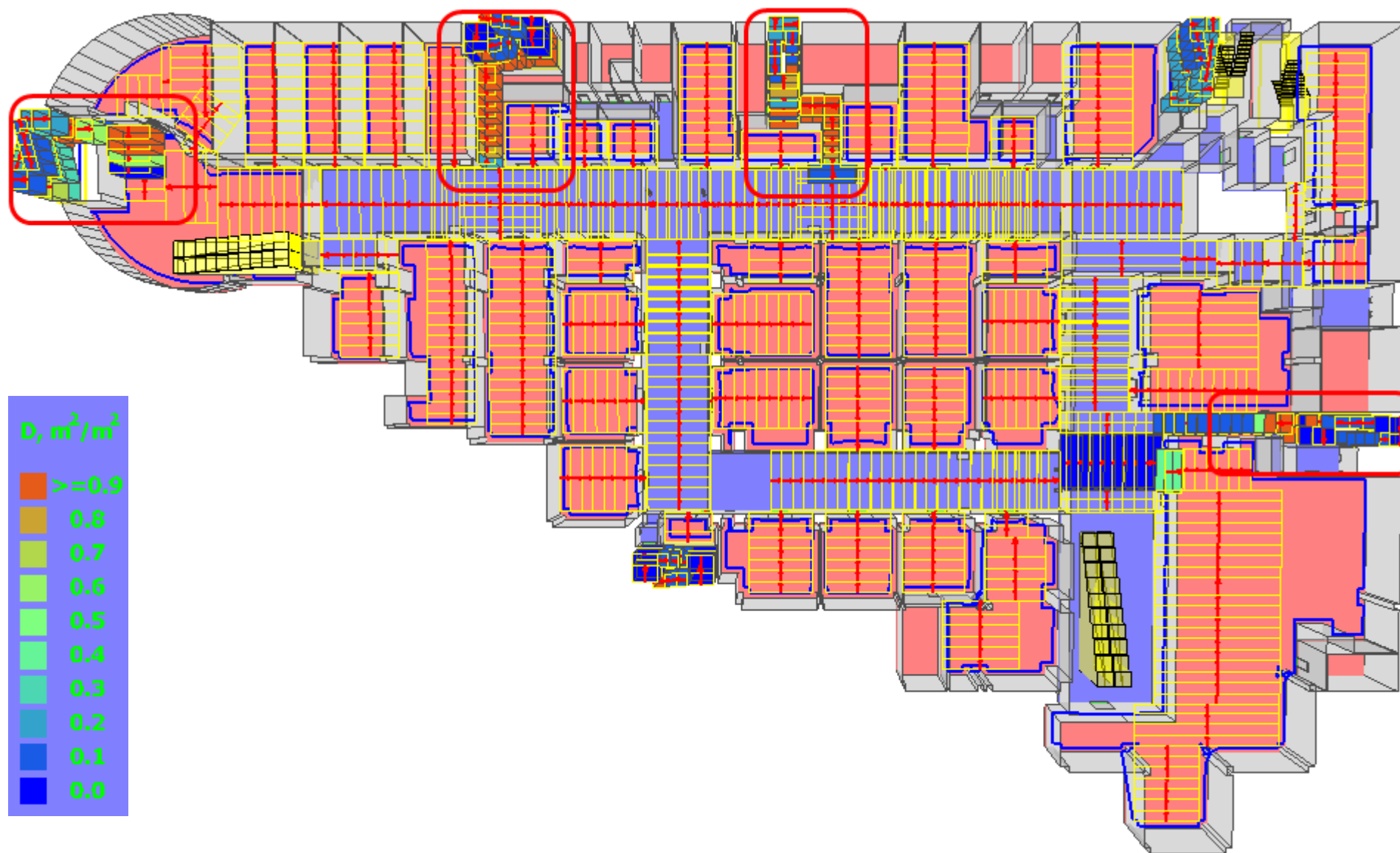


Рис. 25. Сценарий 01. Иллюстрация процесса эвакуации со 2-го этажа:
момент времени 2,58 мин; образование скоплений перед выходами в лестничные клетки

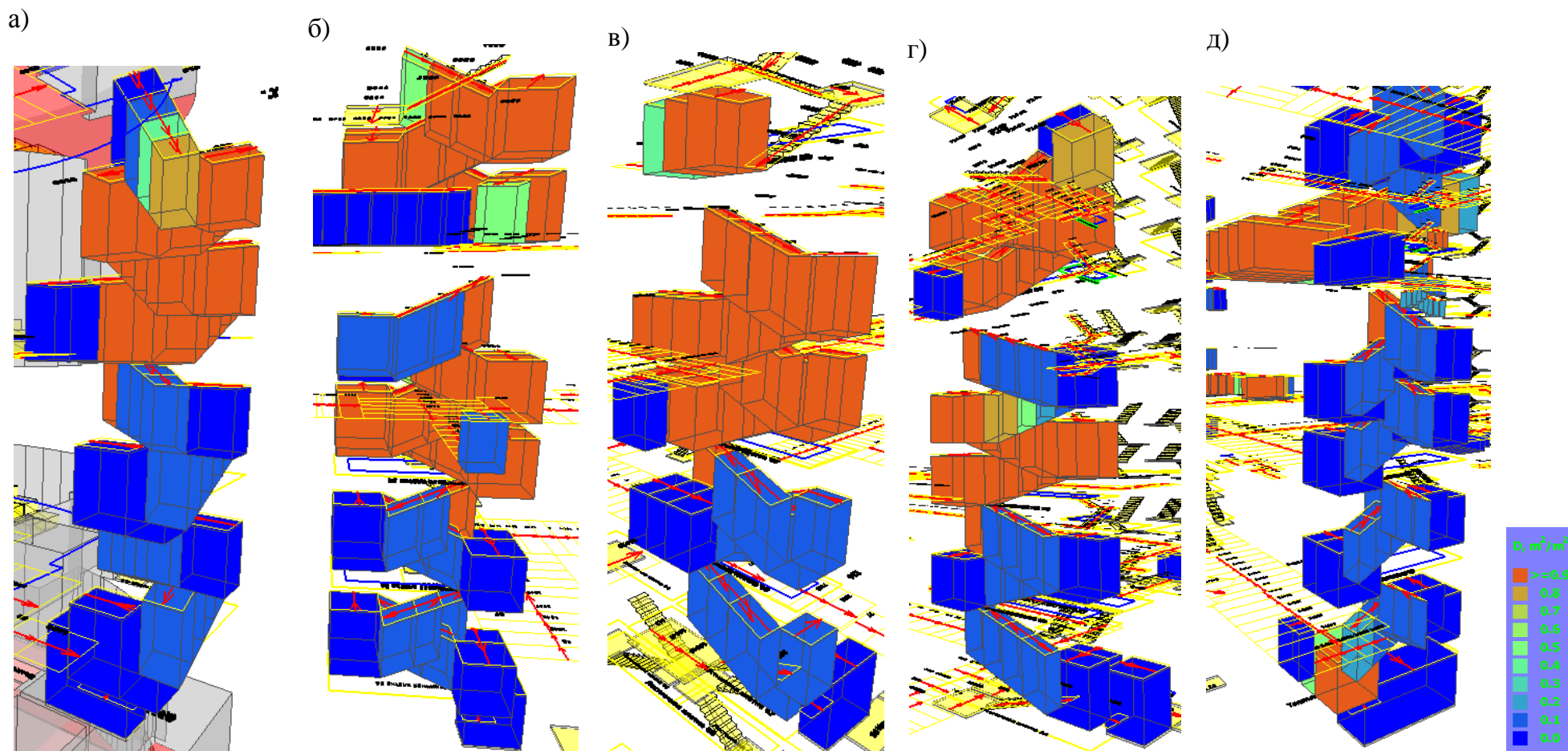


Рис. 26. Сценарий 01. Иллюстрация процесса эвакуации в лестничных клетках:
 а) Лестничная клетка 01, б) Лестничная клетка 04, в) Лестничная клетка 07,
 г) Лестничная клетка 14; д) Лестничная клетка 20

Сценарий 2.

Время полной эвакуации людей из здания до выходов наружу составило:

- через выход 14 – 8,39 минуты;
- через Выход 16 – 6,68 минуты.

Время прохождения последнего эвакуирующегося человека через расчетные точки, размещенные на 10-м этаже, составило:

- рт 01 (элемент топологии «10002 а») – 0,82 мин;
- рт 02 (элемент топологии «10011 в») – 1,84 мин;

В ходе эвакуации образовывались участки с высокой плотностью людского потока (более $0,5 \text{ м}^2/\text{м}^2$). Время существования скоплений составило 3,44 минуты.

Скопления, образуются в лестничных клетках (элементы топологии «Лестничная клетка 11», «Лестничная клетка 12», «Лестничная клетка 07»), незначительные и непродолжительные скопления образуются в этажах, в т.ч. перед выходами в лестничные клетки.

Время, существования скоплений, полученное в результате расчета параметров эвакуации людей по Сценарию 02, хотя и является довольно продолжительным, но не превышает максимально допустимое (6 минут), установленное п. 9 Методики.

Ход эвакуации проиллюстрирован на рисунках 27 – 29.

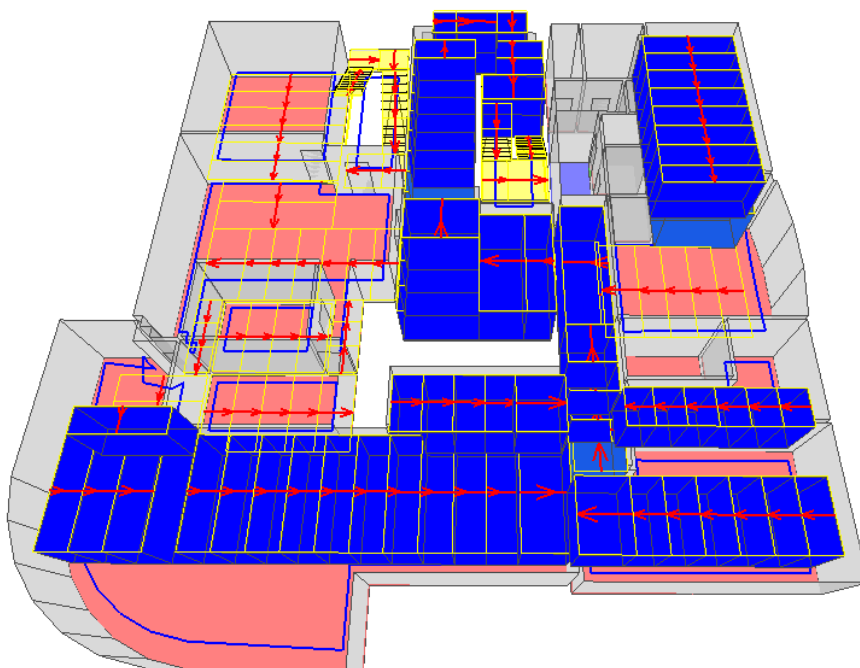


Рис. 27. Сценарий 02. Иллюстрация процесса эвакуации из 10-го этажа: момент времени 0,833 мин

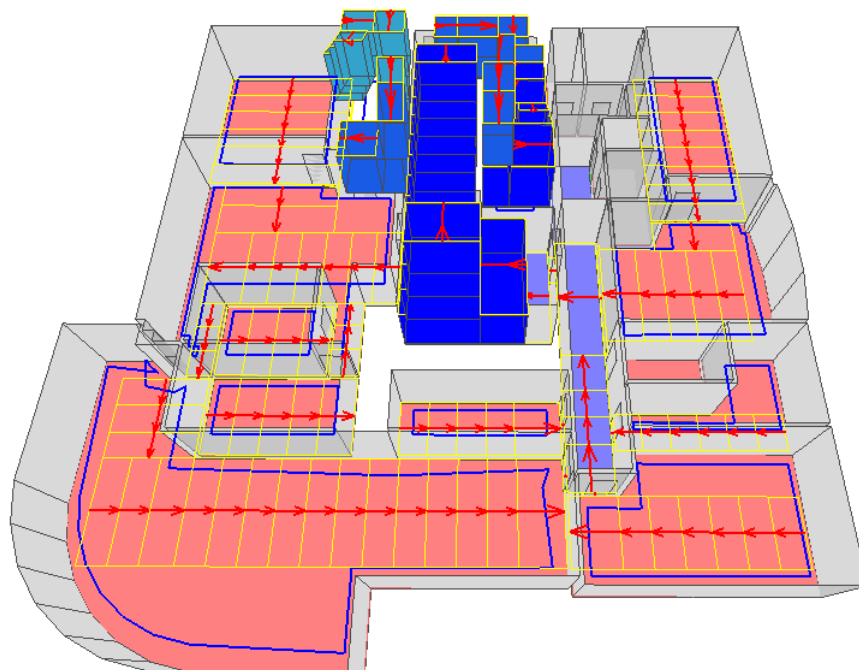


Рис. 28. Сценарий 02. Иллюстрация процесса эвакуации из 10-го этажа:
момент времени 1,833 мин

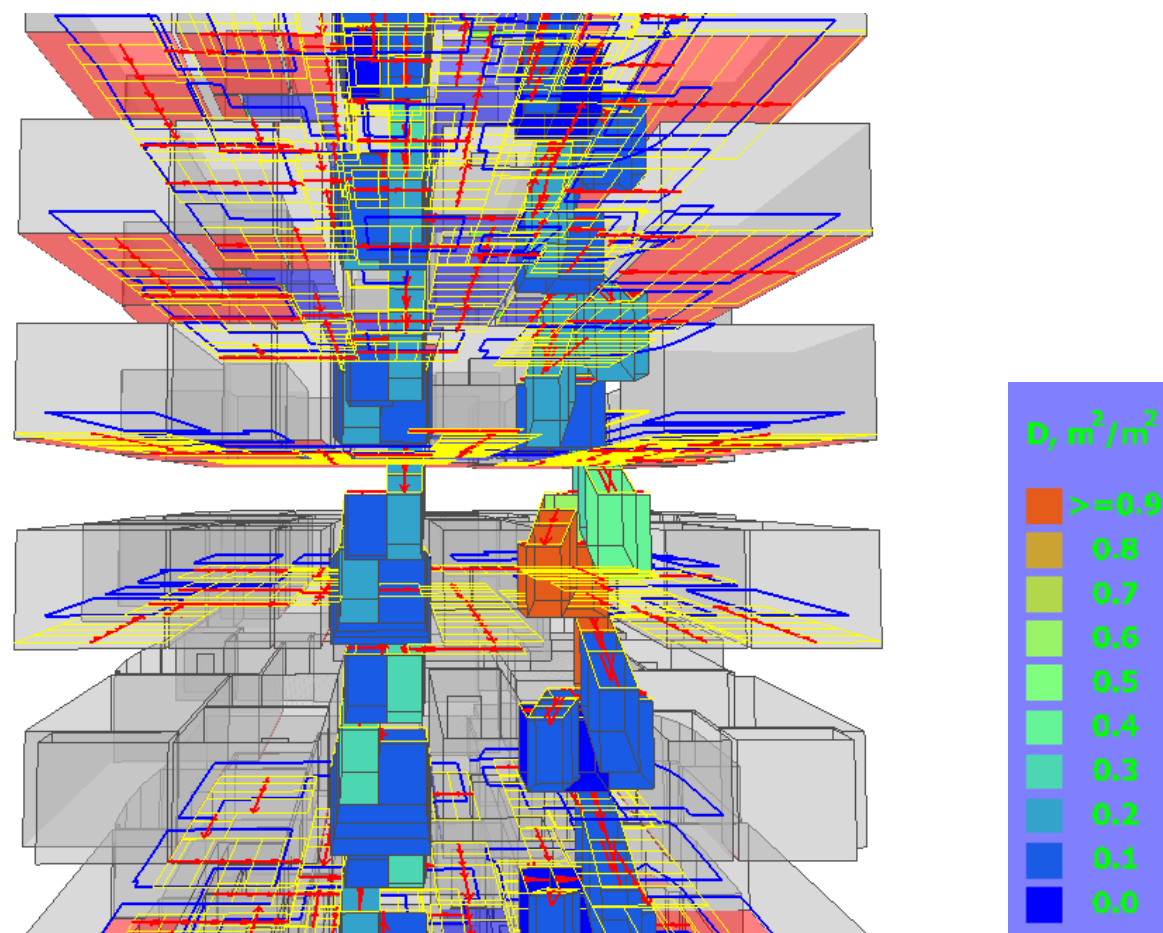


Рис. 29. Сценарий 02. Иллюстрация процесса эвакуации:
движение в лестничных клетках

Сценарий 3.

Время полной эвакуации людей из здания до выходов наружу составило:

- через Выход 03 – 2,67 минуты;
- через Выход 07 – 2,56 минуты;
- через Выход 08 – 2,76 минуты;
- через Выход 24 – 2,03 минуты;
- через Выход 25 – 2,15 минуты.

Время прохождения последнего эвакуирующегося человека через расчетные точки, размещенные на -1-м этаже в помещении очага пожара, составило:

- рт 03 (элемент топологии «-01007 б») – 1,07 мин;
- рт 04 (элемент топологии «-01007 б») – 0,96 мин;

В ходе эвакуации участки с высокой плотностью людского потока (более $0,5 \text{ м}^2/\text{м}^2$) не образовывались.

Ход эвакуации в этаже на отметке -3,300 проиллюстрирован на рисунке 30.

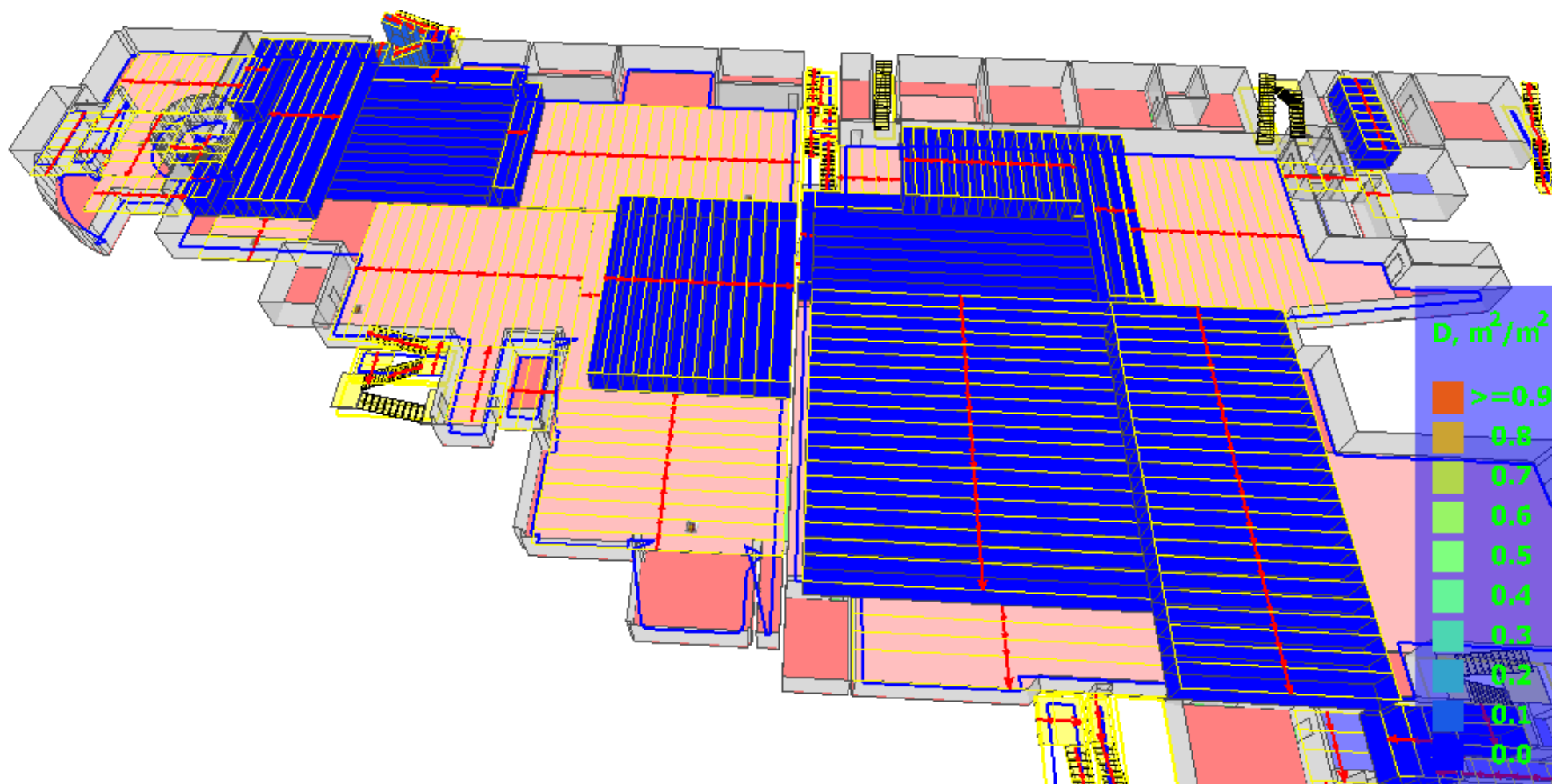


Рис. 30. Сценарий 03. Иллюстрация процесса эвакуации из -1-го этажа:
момент времени 0,733 мин

7.4. Определение вероятности эвакуации людей

Время блокирования эвакуационных выходов и отдельных участков путей эвакуации и расчетное время эвакуации определены в разделах 6.3 и 7.3 настоящего Отчета соответственно.

Для определения вероятности эвакуации людей P_e , необходимо сопоставить результаты расчета времени эвакуации с результатами расчета времени блокирования, и произвести вычисления по формуле (3), отдельно для каждой расчетной точки.

Результаты выполненных расчетов для удобства восприятия и сравнения приведены в таблицах 4 – 6.

Таблица 4

Результаты расчета вероятности эвакуации людей по Сценарию 01

Расчетные точки	Время блокирования путей эвакуации, мин	Расчетное время эвакуации, мин *	Время существования скоплений, мин	Вероятность эвакуации
рт 03	более 6,66	4,69	11,01	0,000
рт 04	более 6,66	5,00		0,000
рт 05	более 6,66	5,01		0,000
рт 06	более 6,66	4,69		0,000
рт 07	более 6,66	2,31		0,000
рт 08	3,67	1,46		0,000
рт 09	более 6,66	1,38		0,000
рт 10	3,67	1,31		0,000

* Определено с учетом времени начала эвакуации ($t_p + \tau_{н.э.}$);

Таблица 5

Результаты расчета вероятности эвакуации людей по Сценарию 02

Расчетные точки	Время блокирования путей эвакуации, мин	Расчетное время эвакуации, мин *	Время существования скоплений, мин	Вероятность эвакуации
рт 01	1,3	0,82	3,44	0,999
рт 02	более 5	1,84		0,999

* Определено с учетом времени начала эвакуации ($t_p + \tau_{н.э.}$);

Результаты расчета вероятности эвакуации людей по Сценарию 03

Расчетные точки	Время блокирования путей эвакуации, мин	Расчетное время эвакуации, мин *	Время существования скоплений, мин	Вероятность эвакуации
пт 11	5,98	1,07	0	0,999
пт 12	5,98	0,96		0,999

* Определено с учетом времени начала эвакуации ($t_p + \tau_{н.э.}$);

Таким образом, вероятность эвакуации людей из здания, определенная по минимальной из вычисленных, и, характеризующая наибольшую опасность для жизни и здоровья находящихся в здании людей, составляет **0,000**.

8. РАСЧЕТ ВЕЛИЧИНЫ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПОЖАРНОГО РИСКА

Расчет величины индивидуального пожарного риска выполним по формуле (2).

Частота возникновения пожара в здании в течение года обоснована в разделе 5 настоящего Отчета и составляет:

- для Сценария 01 – $2,03 \cdot 10^{-2}$;
- для Сценария 01 – $4 \cdot 10^{-2}$;
- для Сценария 01 – $4 \cdot 10^{-2}$.

Вероятность эффективного срабатывания установок автоматического пожаротушения $R_{ап}$, в связи с отсутствием сведений по параметрам технической надежности, принимаем равной **0,9**.

Вероятность присутствия людей $P_{пр}$ в здании принимаем отдельно для каждой из его частей, в соответствии с режимом функционирования (указан в разделе 3 настоящего Отчета):

- стилобатная часть (Сценарий 01) – **0,542**;
- высотная часть (Сценарий 02) – **0,375**;
- подземная автостоянка (Сценарий 03) – **1,000**.

Вероятность эвакуации людей $P_э$ определена в разделе 7.4 настоящего отчета и составляет:

- по Сценарию 01 – **0,000**;
- по Сценарию 02 – **0,999**;
- по Сценарию 03 – **0,999**.

Вероятность эффективного срабатывания системы пожарной сигнализации, в связи с отсутствием сведений по параметрам технической надежности, принята равной **0,8**.

Условная вероятность эффективного срабатывания СОУЭ в случае эффективного срабатывания системы пожарной сигнализации, в связи с отсутствием сведений по параметрам технической надежности, принята равной **0,8**.

Условная вероятность эффективного срабатывания системы противодымной защиты, в связи с отсутствием сведений по параметрам технической надежности, принята равной **0,8**.

Таким образом, вероятность эффективной работы системы противопожарной защиты $P_{пз}$, определенная по формуле (4), равна **0,8704**.

Тогда индивидуальный пожарный риск, определенный для каждой из частей здания по формуле (2), будет равен:

- стилобатная часть (Сценарий 01) – $1,425 \cdot 10^{-4}$;
- высотная часть (Сценарий 02) – $1,944 \cdot 10^{-7}$;
- подземная автостоянка (Сценарий 03) – $5,184 \cdot 10^{-7}$.

Итоговое значение индивидуального пожарного риска для объекта защиты, определенное по максимальному из вычисленных, составляет $1,425 \cdot 10^{-4}$.

Вывод: Расчетная величина индивидуального пожарного риска в торгово-офисном центре «Горизонталь» превышает нормативное значение индивидуального пожарного риска 10^{-6} год^{-1} . Следовательно, условие соответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности **не выполнено**.

Согласно п. 21 Методики, в случае если расчетная величина индивидуального пожарного риска превышает нормативное значение, в здании следует предусмотреть дополнительные противопожарные мероприятия, направленные на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре.

9. РАЗРАБОТКА ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

К числу противопожарных мероприятий, направленных на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре, относятся:

- применение дополнительных объемно-планировочных решений и средств, обеспечивающих ограничение распространения пожара;
- устройство дополнительных эвакуационных путей, отвечающих требованиям безопасной эвакуации людей при пожаре;
- устройство систем оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей повышенного типа;
- применение систем противодымной защиты от воздействия опасных факторов пожара;
- ограничение количества людей в здании до значений, обеспечивающих безопасность их эвакуации из здания.

Применительно к конкретному зданию можно рассмотреть три варианта решений для снижения уровня его пожарной опасности:

1. Устройство дополнительных эвакуационных выходов и путей эвакуации из этажей стилобатной части объекта защиты, либо существенное расширение существующих выходов в лестничные клетки и маршей лестниц.
2. Организация поэтапной эвакуации людей при пожаре из этажей стилобата ТОЦ «Горизонталь». При реализации этого решения, при помощи системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре необходимо делением на зоны оповещения обеспечить поочередное оповещение людей, находящихся на каждом этаже здания в следующей последовательности: первоначально оповещаются люди, находящиеся на этаже пожара; затем – люди, находящиеся на этаже, расположенном выше; следующий этап – оповещение людей, находящихся на этаже, расположенном ниже этажа пожара; четвертый этап – поочередное оповещение людей, находящихся на оставшихся выше этажах; завершающий этап – оповещение людей на оставшихся ниже этажах. Применительно в рассмотренному в ходе настоящей работы Сценарию 01 с возникновением пожара на 2-м этаже очередность оповещения должна быть следующей: 2-й этаж – 3-й этаж – 1-й этаж – 4-й этаж – 5-й этаж. Интервалы времени между оповещением каждой зоны (этажа) необходимо определять моделированием эвакуации, чтобы избежать слияния в лестничных клетках эвакуационных потоков, движущихся с различных этажей.
3. Ограничение количества посетителей, которые могут одновременно находиться в торговой части здания в целом и на каждом из ее этажей до величины, позволяющей избежать существования скоплений в течение времени, превышающего допустимое (6 минут).

Устройство дополнительных эвакуационных выходов и путей эвакуации из этажей стилобата торгово-офисного центра, а также существенное расширение существующих выходов в лестничные клетки и маршей лестниц исполнителю настоящей работы представляется мало реализуемым, либо чрезмерно затратным.

В связи с этим, данное решение в дальнейшем рассматриваться и предлагаться заказчику для реализации не будет.

Что касается разделения этажей торговой части здания на отдельные зоны оповещения, то:

Этажи в этой части здания соединены эскалаторами, т.е. – открытыми проемами в перекрытиях. Следовательно, возможно преждевременное обнаружение пожара людьми, находящимися на этажах, смежных с этажом пожара – до срабатывания зоны оповещения СОУЭ. В этом случае возможен неконтролируемый ход процесса эвакуации, паника и увеличение тяжести ее последствий. В связи с изложенным выше, это (в другом случае – наиболее рациональное) решение в дальнейшем рассматриваться и предлагаться заказчику для реализации не будет.

Для определения величины, до которой необходимо ограничить количество посетителей (покупателей), одновременно находящихся в торговой части здания в целом и на каждом из ее этажей, была проведена еще одна серия вычислительных экспериментов по моделированию эвакуации. В ходе нее последовательно уменьшалось количество людей (покупателей), находящихся в торговых помещениях.

Первоначально количество покупателей было уменьшено на 40%, т.е. количество их определялось из расчета 1 человек не на 3 м², а на 4,2 м² торговой площади. Количество людей в офисных помещениях (кабинетах) и на других рабочих местах не менялось. Общее количество людей, учитываемых в сценарии эвакуации из торговой части здания (Сценарий 1.15) составило 2 768 человек. В т.ч. по каждому этажу:

- 1-й этаж – 505 человек;
- 1-й «А» этаж – 65 человек (без изменений);
- 2-й этаж – 657 человек;
- 3-й этаж – 738 человек;
- 4-й этаж – 557 человек;
- 5-й этаж – 200 человек (без изменений);
- 6-й этаж – 46 человек (без изменений).

В результате вычислений было определено, что и общее время эвакуации, и время выхода людей с этажей здания, и время существования скоплений уменьшились в среднем на 30%. Время существования скоплений составило 7,49 минут, что также превышает максимально допустимое значение (6 минут), установленное п. 9 Методики.

А следовательно, такого уменьшения количества людей в торговой части здания не достаточно.

В связи с этим, для последующих вычислений количество покупателей было уменьшено на 50% от первоначального их числа. Т.е. количество их определялось из расчета 1 человек на 6 м² торговой площади. Численность людей в офисных помещениях (кабинетах) и на других рабочих местах не изменялась. Общее количество людей, учитываемых в сценарии эвакуации из торговой части здания (Сценарий 1.16) составило 2 221 человек. В т.ч. по каждому этажу:

- 1-й этаж – 423 человека;

- 1-й «А» этаж – 65 человек (без изменений);
- 2-й этаж – 455 человек;
- 3-й этаж – 569 человек;
- 4-й этаж – 463 человека;
- 5-й этаж – 200 человек (без изменений);
- 6-й этаж – 46 человек (без изменений).

В результате вычислений было определено, что и общее время эвакуации, и время выхода людей с этажей здания, и время существования скоплений уменьшились в среднем на 40%. Время существования скоплений составило 5,63 минут, что не превышает максимально допустимое значение (6 минут), установленное п. 9 Методики.

Следовательно, такое уменьшение количества людей в торговой части здания, хотя и не предотвращает полностью существование скоплений, но достаточно для обеспечения безопасной эвакуации людей согласно требований Методики.

Вывод:

Для обеспечения безопасной эвакуации людей при пожаре из торговой части ТОО «Горизонталь» необходимо и достаточно ограничить количество посетителей (покупателей), которые могут одновременно находиться в торговой части здания в целом и на каждом из ее этажей таким образом, чтобы общее количество людей в этажах с 1-го по 6-й не превышало 2220 человек, но не более 570 человек на любом из этажей.

Для контроля за количеством посетителей (покупателей) в торговом центре, а также на каждом его этаже, рекомендуется оборудовать здание системой подсчета посетителей.

Справочная информация о системах подсчета посетителей приведена в приложении 4 к настоящему Отчету.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ НОРМАТИВНЫХ ПРАВОВЫХ АКТОВ, НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ И СПРАВОЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ ИНФОРМАЦИИ

1. Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ. Принят Государственной Думой 4.07.2008, одобрен Советом Федерации 11.07.2008.
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 31.03.2009 г. № 272 «О порядке проведения расчетов по оценке пожарного риска».
3. Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности, утвержденная приказом МЧС России от 30.06.2009 г. № 382.
4. Свод правил СП 1.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы».
5. Строительные нормы и правила СНиП 2.08.02-89* «Общественные здания и сооружения»
6. Строительные нормы и правила Российской Федерации СНиП 21-01-97* «Пожарная безопасность зданий и сооружений».
7. Исследования людских потоков и методология нормирования эвакуации людей из зданий при пожаре. Холщевников В.В. М.: МИПБ МВД России, 1999.-93 с.
8. Эвакуация и поведение людей при пожарах. В.В. Холщевников, Самошин Д.А. Учеб. пособие. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2009. – 212 с.
9. Термогазодинамика пожаров в помещениях / В.М. Астапенко, Ю.А. Кошмаров, И.С. Молчадский и др.; Под ред. Ю.А. Кошмарова. – М.: Стройиздат, 1988. – 448 с.
10. Кошмаров Ю.А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении: Учеб. пособие / Ю.А. Кошмаров. - М.: Академия ГПС МВД России, 2000. – 118 с.
13. 4174-РП-2.55. Руководство пользователя СИТИС: Блок 2.55. Расчет распространения ОФП. Редакция 22.
14. 4174-ТР-04. Техническое руководство СИТИС: Блок 2.55. Редакция 4.
15. 4155-РП-2.55. Руководство пользователя СИТИС: Флоутек 2.55. Расчет эвакуации. Редакция 40.
16. 4155-ТР-03. Техническое руководство СИТИС: Флоутек ВД 2.20. Редакция 3.
17. 4183-МТ1. Описание комплекса программ «СИТИС: Спринт» для расчета пожарного риска. Редакция R2 21.01.2010.
18. СИТИС 5-09. Рекомендации по использованию программного обеспечения СИТИС для расчета индивидуального пожарного риска. Редакция 4.
19. 4183-РП-1.35. Руководство пользователя СИТИС: Спринт 1.35. Расчет индивидуального пожарного риска. Редакция 22.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ОПИСАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТОПОЛОГИИ

Прилагается отдельным файлом:

[Приложение 1 к Отчету по расчету пожарного риска ТОО](#)

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ПАРАМЕТРЫ РАСЧЕТНЫХ СЦЕНАРИЕВ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ ПОЖАРА

Прилагается отдельным файлом:

[Приложение 2 к Отчету по расчету пожарного риска ТОО](#)

ПРИЛОЖЕНИЕ 3. ОПИСАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СЦЕНАРИЕВ ЭВАКУАЦИИ

Прилагается отдельным файлом:

[Приложение 3 к Отчету по расчету пожарного риска ТОО](#)

ПРИЛОЖЕНИЕ 4. СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ О СИСТЕМАХ ПОДСЧЁТА ПОСЕТИТЕЛЕЙ

Прилагается отдельным файлом:

[Приложение 4 к Отчету по расчету пожарного риска ТОО](#)