



Общество с ограниченной ответственностью " ДАРС-Инжиниринг"
р/сч 40702810062000103346 в филиал Ульяновский №2 ПАО Банк "ФК Открытие"
г. Ульяновск к/сч 30101810122027300988 БИК 047308988
ИНН/КПП 7327071235/732501001 ОКПО 25222724
Регистрационный номер №0147 в реестре членов СРО Ассоциация «Профессиональ-
ный альянс проектировщиков». Регистрационный номер СРО №СРО-П-184-06052013

Заказчик – ООО «СЗ Рент-Сервис»

Многоквартирный жилой дом №30

**Волгоградская область, г. Волгоград, Советский район,
микрорайон «Родниковая-1», квартал «Приозерный»**

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

**Раздел 9. «Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности»
м) определение пожарных рисков угрозы жизни и здоровью
людей, уничтожения имущества**

20-ВЛГ/Д30-ДИ21-ПБ.РПР

Том 9

2021

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Анализ пожарной опасности здания | 3 |
| 2. Определение частоты реализации пожароопасных ситуаций | 6 |
| 3. Построение полей опасных факторов пожара для различных сценариев его развития | 6 |
| 3.1. Математическая модель для определения времени блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара | 6 |
| 3.2. Определение времени блокирования путей эвакуации. Оценка последствия воздействия опасных факторов пожара на людей..... | 9 |
| 4. Формулировка математической модели и моделирование эвакуации людей из здания при пожаре | 14 |
| 4.1 Расчет времени эвакуации людей при пожаре | 17 |
| 4.2. Разработка расчетных схем и определение расчетного времени эвакуации людей | 17 |
| 5. Определение величины индивидуального пожарного риска | 20 |
| Литература | 25 |

Расчет производился в соответствии с Методикой утвержденной приказом МЧС России от 30 июня 2009 г. № 382 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях и сооружениях различных классов функциональной пожарной опасности» (в редакции Приказов МЧС РФ от 12.12. 2011 № 749, 02.12.2015 № 632). Расчет времени наступления критических значений опасных факторов пожара для человека и расчетное время эвакуации людей определено с использованием программного обеспечения Fenix+3 Professional версия 3.0.7 (г. Н. Новгород).

| | | | | | | | |
|------|--------|------|-------|---------|------|------------------------|------|
| | | | | | | 20-ВЛГ/Д30-ДИ21-ПБ.РПР | Лист |
| Изм. | Кол.уч | Лист | №док. | Подпись | Дата | | 2 |

1. Анализ пожарной опасности здания

Территория под строительство многоквартирного жилого дома № 30 расположена в жилом микрорайоне «Родниковая – 1» квартал «Приозерный» в Советском районе г. Волгограда.

Требования к противопожарным расстояниям выполнены и не требуют дополнительных мероприятий.

Подъезд пожарных автомобилей к 21 этажному многоквартирному жилому дому № 30 осуществляется с двух продольных сторон. Предусмотрена площадка для установки специальной пожарной техники, предназначенной для проведения спасательных работ.

Проектируемый многоквартирный жилой дом расположен на расстоянии 5,7 км до места дислокации пожарно-спасательной части № 4 ОФПС-1 ГУ МЧС России по Волгоградской области, расположенной по адресу: г. Волгоград, ул. 25 лет Октября, д. 3. При средней скорости движения пожарного автомобиля 40 км/ч время следования составляет 8,5 мин. Время прибытия первого пожарного подразделения составляет 9,5 мин (ч. 1 ст. 76 ФЗ от 22.07.2008 № 123-ФЗ). Для проведения спасательных работ и тушения очагов пожара пожарно-спасательная часть оснащена основными пожарными автомобилями и пожарной автолестницей.

Расход воды на наружное пожаротушение принят 30 л/с.

Многоквартирный жилой дом 21 этажный I-ой степени огнестойкости, односекционный, с размерами по осям – 29,75×24,3 м. Общая площадь здания 15123,62 м², строительный объем – 51340,0 м³. Высота подвала (в свету) – 2,20 м, высота первого этажа – 4,30 м, высота типового жилого этажа – (2-20 эт) – 3 м, высота 21 этажа – 3,41 м. Класс конструктивной пожарной опасности здания – С0, класс функциональной пожарной опасности – Ф1.3.

Высота здания – 63,36 м (разность отметок поверхности проезда пожарных машин и нижней границы открывающего проема (окна) в наружной стене верхнего этажа). Площадь этажа в пределах пожарного отсека здания составляет – 705,7 м².



В проектируемом многоквартирном жилом доме предусмотрена одна незадымляемая лестничная клетка типа Н1. Стены лестничной клетки возводятся на всю высоту здания и возвышаются над кровлей. Внутренние стены лестничной клетки типа Н1 не имеют проемов, за исключением дверных. В наружных ограждающих конструкциях незадымляемой лестничной клетки типа Н1 предусмотрено

естественное освещение через остекленные двери с площадью остекления не менее 1,2 м² без открывания в т.ч. на уровне 1-го этажа.

Ширина простенка между дверными проемами в наружной воздушной зоне составляет более 1,2 м. Дверные проемы выходов с этажей на балконы и дверные проемы входов с этих балконов на лестничную клетку расположены в одной плоскости. Между дверными проемами воздушной зоны и ближайшими окнами помещений ширина простенка 2 м.

Конструктивная схема многоквартирного жилого дома разработана в монолитном безригельном каркасе связевого типа.

Наружные стены несущие (ниже уровня земли) – монолитные железобетонные толщиной 250 мм (предел огнестойкости не менее R 120, класс пожарной опасности К0).

Колонны-пилоны (ниже уровня земли) – монолитные железобетонные толщиной 220 мм (предел огнестойкости не менее R 120, класс пожарной опасности К0).

| | | | | | | | |
|------|--------|------|-------|---------|------|------------------------|------|
| | | | | | | 20-ВЛГ/Д30-ДИ21-ПБ.РПР | Лист |
| Изм. | Кол.уч | Лист | №док. | Подпись | Дата | | 3 |

Колонны-пилоны (выше уровня земли) – монолитные железобетонные толщиной 220 мм (предел огнестойкости не менее R 120, класс пожарной опасности K0).

Наружные стены ненесущие (выше уровня земли) – стеновые блоки из ячеистых бетонов толщиной 250 мм (предел огнестойкости не менее E 30, класс пожарной опасности K0). Отделка внешних поверхностей наружных стен выполнена навесной фасадной системой с воздушным зазором. Отделка внешних поверхностей наружных стен выполнена из утеплителя минераловатного (группа горючести НГ) и декоративной минеральной штукатуркой Murexin Active Mineral. Отделка первых двух этажей – клинкерная плитка по оштукатуренному по сетке фасаду.

В наружных стенах квартир между осями 2-8 и А-Б предусмотрена ненесущая навесная ограждающая светопрозрачная конструкция из алюминиевых профилей «СИАЛ КП 50» (или аналог) с ненормированным пределом огнестойкости. В местах примыкания к межэтажным перекрытиям выполнен междуэтажный пояс, высотой 1,2 м (предел огнестойкости EI 60 (в том числе узлы примыкания и крепления к междуэтажным перекрытиям) (ч. 2 ст. 137 ФЗ от 22.07.2008 № 123-ФЗ, п. 5.4.18 (а) СП 2.13130.2020). Максимальная площадь ненормируемых по огнестойкости оконных проемов (участков светопрозрачной конструкции), не превышает 25% площади наружной стены, ограниченной примыкающими строительными конструкциями (стенами и перекрытиями этажа) с нормируемым пределом огнестойкости.

Межквартирные перегородки – камень бетонный стеновой толщиной 190 мм, (предел огнестойкости не менее EI 45, класс пожарной опасности K0).

Перегородки, отделяющие внеквартирные коридоры от других помещений – камень бетонный стеновой толщиной 190 мм, (предел огнестойкости не менее EI 45, класс пожарной опасности K0).

Перекрытия междуэтажные – монолитные железобетонные плиты толщиной 180 мм (предел огнестойкости не менее R 120/ EI 60, класс пожарной опасности K0).

Предел огнестойкости межкомнатных перегородок не нормируется.

Внутренние стены незадымляемой лестничной клетки и шахты лифтов - монолитные железобетонные, толщиной 220 мм (предел огнестойкости не менее REI 120, класс пожарной опасности K0).

Лестничные марши выполнены из сборных железобетонных ступеней, площадки – монолитные железобетонные, толщиной 200 мм (предел огнестойкости не менее R 60, класс пожарной опасности K0).

Кровля – плоская, неэксплуатируемая с внутренним водостоком.

Полы - керамическая плитка, керамогранит, линолеум, ламинат в зависимости от назначения помещений.

Окна - ПВХ профили с двухкамерными стеклопакетами с клапанами.

Пределы огнестойкости строительных конструкций соответствуют принятой степени огнестойкости зданий. Класс пожарной опасности строительных конструкций соответствуют принятому классу конструктивной пожарной опасности зданий. Класс конструктивной пожарной опасности зданий установлен с учетом этажности, класса функциональной пожарной опасности, площади этажа в пределах пожарного отсека.

Для выполнения работ по спасанию людей, обнаружению и тушению пожара, перемещения пожарных подразделений на этажи многоквартирного жилого дома предусмотрен лифт для транспортирования пожарных подразделений. Лифт для пожарных размещается в выгороженной шахте. Ограждающие конструкции шахты лифта – монолитные железобетонные с пределом огнестойкости не менее 120 мин. Ограждающие конструкции и двери машинного помещения лифта для пожарных запроектированы противопожарными с пределами огнестойкости не менее REI 120 и EI 60 соответ-

| | | | | | | | | |
|------|--------|------|-------|---------|------|------------------------|--|------|
| | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | 4 |
| Изм. | Кол.уч | Лист | №док. | Подпись | Дата | 20-ВЛГ/Д30-ДИ21-ПБ.РПР | | |

ственно.

В поэтажных лифтовых холлах площадью 12,48 м² предусмотрены зоны безопасности для МГН. Ограждающие конструкции зон безопасности выполнены противопожарными стенами, перекрытиями с пределом огнестойкости не менее REI 60 с заполнением проемов противопожарными дверями 1-го типа в дымогазонепроницаемом исполнении (EIS 60). Строительные конструкции соответствуют классу пожарной опасности K0. Зоны безопасности выполнены незадымляемыми.

Из квартир 1-го этажа эвакуационные выходы предусмотрены наружу через вестибюль. Из квартир (со 2 по 21 этаж) эвакуационные выходы предусмотрены в коридор, через тамбур, имеющий выход в наружную воздушную зону лестничной клетки типа Н1. На пути от квартиры до незадымляемой лестничной клетки типа Н1 последовательно расположены две samozакрывающиеся двери. Незадымляемая лестничная клетка типа Н1 имеет выход на прилегающую к зданию территорию непосредственно наружу.

Направление открывания дверей для квартир жилого дома не нормируется.

Переход через воздушную зону, ведущий к незадымляемой лестничной клетке типа Н1 выполнен открытым. Ширина прохода по воздушной зоне 1,2 м с высотой сплошного ограждения не менее 1,2 м.

Высота ограждений балконов жилых квартир, наружных лестниц и площадок составляет не менее 1,2 м. Лестничные марши и площадки имеют ограждение с поручнями высотой не менее 0,9 м.

Эвакуационные пути обеспечены аварийным освещением. На путях эвакуации не имеется перепадов высот и выступов менее 45 см (за исключением порогов дверей). Двери на путях эвакуации открываются по ходу эвакуации людей из здания.

На путях эвакуации не применяются материалы с более высокой пожарной опасностью, чем класс КМ0 (группа горючести НГ) - для отделки стен, потолков лестничных клеток и лифтовых холлах, чем класс КМ1 (Г1, В1, Д2, Т2, РП1) - для покрытий пола в лестничных клетках и лифтовых холлах; чем класс КМ1 (Г1, В1, Д2, Т2) - для стен и потолков общих коридоров, чем класс КМ2 (В2, Д3, Т2, РП1) - для покрытия полов в общих коридорах. Отделка безопасных зон предусмотрена из негорючих материалов.

Выход на кровлю здания предусмотрен с лестничной клетки непосредственно по лестничному маршу через противопожарную дверь 2-го типа, размером 1,0×2,1 м.

В местах перепада высоты кровли предусмотрена пожарная лестница типа П1.

Между маршами лестниц и между поручнями ограждений лестничных маршей предусмотрен зазор шириной не менее 75 мм.

В здании предусмотрено устройство ограждения (парапет) кровли здания высотой 1,2 м.

В проектируемом многоквартирном жилом доме № 30 предусмотрены системы противопожарной защиты (автоматическая пожарная сигнализация, система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре 1-го типа, внутренний противопожарный водопровод, вытяжная и приточная противодымная вентиляция).

Причиной возникновения пожара может послужить неосторожное обращение с огнем, курение, неисправность электропроводки и электрооборудования. Пожароопасные аварийные ситуации могут быть связаны с аварийным режимом работы электропроводки, электрооборудования и электробытовых приборов с последующим воспламенением и горением горючих материалов.

Необходимость проведения расчета пожарного риска обусловлена несоблюдением требований нормативных документов по пожарной безопасности, а именно отсутствием аварийного выхода в квартирах, расположенных на высоте более 15 м (п. 6.1.1 СП 1.13130.2020).

| | | | | | | | |
|------|--------|------|--------|---------|------|------------------------|------|
| | | | | | | 20-ВЛГ/Д30-ДИ21-ПБ.РПР | Лист |
| | | | | | | | 5 |
| Изм. | Кол.уч | Лист | Нодок. | Подпись | Дата | | |

2. Определение частоты реализации пожароопасных ситуаций

Частота реализации пожароопасных ситуаций определяется частотой возникновения пожара в здании в течение года. Частота возникновения пожара Q_p определяется на основании статистических данных, приведенных в приложении № 1 Методики по определению расчетных величин пожарного риска в зданиях и сооружениях различных классов функциональной пожарной опасности.

Согласно п. 8 приложения №1 Методики для расчета величины пожарного риска в многоквартирном жилом доме № 30 принимаем частоту возникновения пожара в течении года $Q_p = 2,6 \cdot 10^{-2}$.

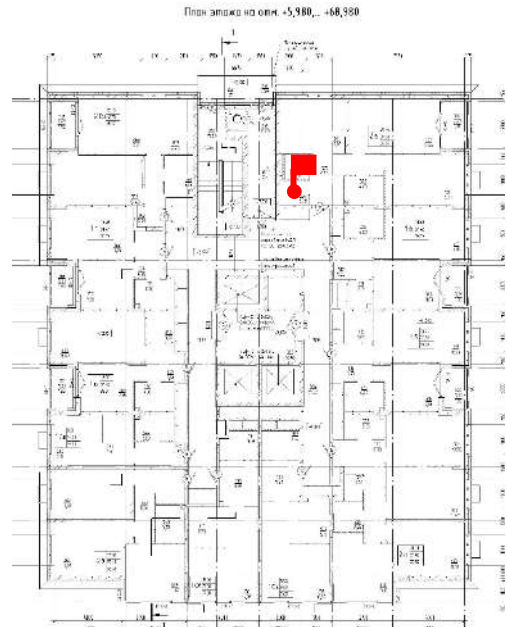
3. Построение полей ОФП для различных сценариев его развития

Согласно п. 17 Методики ... определяем сценарии развития пожара, при которых ожидаются наихудшие последствия для находящихся в здании многоквартирного жилого дома людей.

На рисунке представлен план этажа рассматриваемого объекта защиты. Флажком отмечены места нахождения первичного очага пожара

Сценарий № 1

С точки зрения расположения пожарной нагрузки наиболее опасным местом является гардероб в квартире. Пожар возникает в помещении гардероба двухкомнатной квартиры на типовом этаже. Расположение очага пожара способствует быстрому распространению ОФП через свободный объем верхнего уровня с последующим блокированием путей эвакуации и эвакуационных выходов. Динамика развития очага пожара определяется характерной скоростью распространения пожара и охватывает всю поверхность горючих материалов.



3.1. Математическая модель для определения времени блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара (полевой метод моделирования пожара в здании)

Пожар в здании (помещении) протекает в сложных термогазодинамических условиях при одновременном воздействии ряда возмущающих течение факторов:

- неизотермичность (отличие температур твердых поверхностей несущих и ограждающих конструкций и газовых потоков);
- сжимаемость (плотность газа не является постоянной величиной);
- градиенты давления;
- вдув на стенке (поступление в помещение продуктов внутренней деструктуризации материала твердых конструкций, испарение воды, содержащейся внутри материала конструкций, тепломассообменная защита конструкций);

| | | | | | | | |
|------|--------|------|-------|---------|------|------------------------|------|
| | | | | | | 20-ВЛГ/Д30-ДИ21-ПБ.РПР | Лист |
| Изм. | Кол.уч | Лист | №док. | Подпись | Дата | | 6 |

- излучение;
- протекание химических реакций;
- двухфазность (одновременное сосуществование нескольких фаз–газ+ твердые частицы, газ+жидкость, газ+твердые частицы+жидкость);
- шероховатость поверхностей несущих и ограждающих конструкций;
- кривизна поверхности несущих и ограждающих конструкций;
- турбулентность;
- скачки уплотнения;
- переход ламинарного режима течения в турбулентный.

Действие вышеуказанных факторов приводит к существенному отличию закономерностей теплообмена от хорошо изученных «стандартных» условий теплообмена: изотермическое безградиентное течение несжимаемого газа вдоль поверхности непроницаемой пластины. Поэтому методы расчета теплообмена при пожаре должны учитывать влияние термогазодинамических условий его развития.

К числу основных особенностей теплообменных процессов при пожаре относятся следующие:

- наибольшая разница давлений в разных зонах помещения не превышает десятых долей процента от величины среднего давления в помещении при отсутствии взрывов с образующимися ударными волнами;
- скорости потоков газов малы по сравнению со скоростью звука (при отсутствии детонационного горения и ударных волн);
- скорости диффузии газов достаточно велики, т.е. необходимо учитывать процессы термодиффузии и турбулентной диффузии.

При разработке полевой математической модели расчета теплообмена при пожаре в помещении принимаются следующие допущения и упрощения реальной термогазодинамической картины процесса:

- существует локальное термодинамическое и химическое равновесие во всем объеме помещения, что позволяет использовать равновесное уравнение состояния;
- газовая среда является смесью идеальных газов, что дает удовлетворительное приближение в диапазонах температур и давлений, характерных при пожаре;
- локальные скорости и температуры компонентов газовой смеси и твердых (или жидких) частиц одинаковы между собой в каждой точке пространства (односкоростная и однотемпературная модель), т.е. межфазным взаимодействием (температурным скачком и «скольжением» фаз друг относительно друга) пренебрегаем;
- коагуляцией и дроблением частиц дыма пренебрегаем;
- химическая реакция горения является одноступенчатой и необратимой;
- диссоциация и ионизация среды при высоких температурах не учитывается;
- взаимным влиянием турбулентности и излучения пренебрегаем;
- пренебрегается обратным влиянием горения на скорость выгорания горючего материала, т.е. скорость выгорания горючей нагрузки рассчитывается на основе полуэмпирических зависимостей без учета текущих параметров газовой среды;
- термо- и бародиффузией пренебрегаем.

Газовая среда рассматривается как вязкий теплопроводный сжимаемый идеальный газ. Влияние твердых частиц дыма учитывается при определении характеристик радиационного теплопереноса внутри помещения.

| | | | | | | | |
|------|--------|------|-------|---------|------|------------------------|------|
| | | | | | | 20-ВЛГ/Д30-ДИ21-ПБ.РПР | Лист |
| Изм. | Кол.уч | Лист | №док. | Подпись | Дата | | 7 |

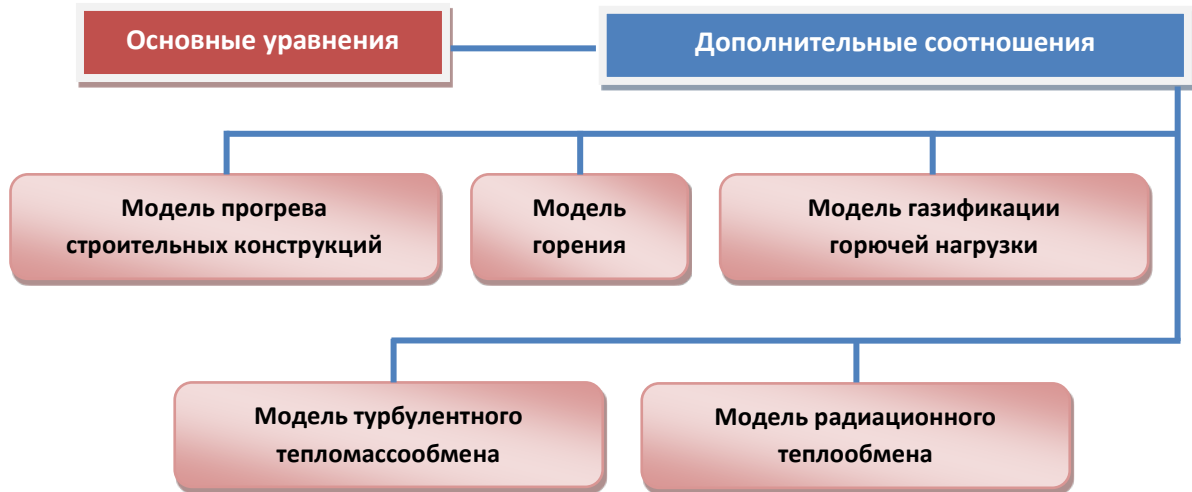


Рисунок 1. Структура полевой модели

Полевая модель расчета теплообмена при пожаре состоит из системы основных дифференциальных уравнений законов сохранения массы, импульса, энергии и дополнительных уравнений, необходимых для ее замыкания. Структура полевой модели приведена на рис. 1.

Все составные части полевой модели взаимосвязаны друг с другом с помощью общих параметров (обратная связь). Поэтому процесс решения полевой модели носит итерационный характер.

Основой для полевых моделей пожаров являются уравнения, выражающие законы сохранения массы, импульса, энергии и масс компонентов в рассматриваемом контрольном объеме.

Уравнение неразрывности газовой смеси является математическим выражением закона сохранения массы газовой смеси и имеет следующий вид:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j} (\rho \cdot u_j) = 0 \quad (П6.43)$$

Уравнение сохранения импульса:

$$\frac{\partial}{\partial t} (\rho \cdot u_i) + \frac{\partial}{\partial x_j} (\rho \cdot u_j \cdot u_i) = -\frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial \tau_{ij}}{\partial x_j} + \rho \cdot g_i \quad (П6.44)$$

Для ньютоновских жидкостей, подчиняющихся закону Стокса, тензор вязких напряжений определяется формулой:

$$\tau_{ij} = \mu \cdot \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) - \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot \frac{\partial u_k}{\partial x_k} \cdot \delta_{ij} \quad (П6.45)$$

Уравнение энергии является математическим выражением закона сохранения и превращения энергии. Для тепловых процессов этот закон выражается в виде первого начала термодинамики и имеет следующий вид:

$$\frac{\partial}{\partial t} (\rho \cdot h) + \frac{\partial}{\partial x_j} (\rho \cdot u_j \cdot h) = \frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\frac{\lambda}{c_p} \cdot \frac{\partial h}{\partial x_j} \right) - \frac{\partial q_j^R}{\partial x_j} \quad (П6.46)$$

где $h = h_0 + \int_{T_0}^T c_p \cdot dT + \sum_k (Y_k \cdot H_k)$ - статическая энтальпия смеси;

H_k - теплота образования k -го компонента;

$c_p = \sum_k Y_k \cdot c_{p,k}$ - теплоемкость смеси при постоянном давлении;

q_j^R - радиационный поток энергии в направлении x_j .

| | | | | | | | |
|------|--------|------|--------|---------|------|------------------------|------|
| | | | | | | 20-ВЛГ/Д30-ДИ21-ПБ.РПР | Лист |
| Изм. | Кол.уч | Лист | Недок. | Подпись | Дата | | 8 |

Уравнение сохранения химического компонента k :

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho \cdot Y_k) + \frac{\partial}{\partial x_j}(\rho \cdot u_j \cdot Y_k) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\rho \cdot D \cdot \frac{\partial Y_k}{\partial x_j} \right) + S_k \quad (\text{П6.47})$$

Для замыкания системы уравнений (П6.43) – (П6.47) используется уравнение состояния идеального газа. Для смеси газов оно имеет вид:

$$p = \rho \cdot R_0 \cdot T \cdot \sum_k \frac{Y_k}{M_k}, \quad (\text{П6.48})$$

где, R_0 – универсальная газовая постоянная;

M_k – молярная масса k -го компонента.

3.2. Определение времени блокирования путей эвакуации. Оценка последствия воздействия опасных факторов пожара на людей

Сценарий № 1

Моделирование динамики развития пожара проводилось по полевой модели с помощью программы FDS (Fire Dynamic Simulator). Моделирование проводилось в области расчёта 1 (размер ячейки 0,25 м). Время, в течение которого проводилось моделирование пожара, составляет 600 сек. Начальная температура в помещении 20 °С, относительная влажность 40%, давление 101325 Па. Начальная освещенность 50 лк. Для измерения опасных факторов пожара были установлены регистраторы (на высоте 1,7 м от уровня этажа) типовой этаж – "Дверь 1" (выход из квартиры, где размещен очаг пожара), "Дверь 2", "Дверь 3", "Дверь 4", "Дверь 5", "Дверь 6", "Дверь 7", "Дверь 8", "Дверь 9", "Дверь 10", "Дверь 11" (выходы из квартир на этаже), "Дверь 12", "Дверь 13" (вход в лифтовой холл (зону безопасности), "Дверь 17", "Дверь 18" (выход с типового этажа в тамбур), "Дверь 19" (вход в незадымляемую лестничную клетку), Стены жилых помещений, внеквартирных коридоров выполнены из газобетона. Здание оборудовано системой дымоудаления, состоящей из следующих элементов:

| Расположение | Наименование | Тип | Расход воздуха, м ³ /ч | Размер, м | Высота от уровня этажа, м | Время включ., с |
|--------------|--------------|-----------|-----------------------------------|-----------|---------------------------|-----------------|
| Этаж 1 | | | | | | |
| Стена 10 | Вентиляция 1 | Вытяжная | 8900 | 0,5×0,55 | 2,15 | 0 |
| Стена 9 | Вентиляция 2 | Вытяжная | 8900 | 0,5×0,55 | 2,15 | 0 |
| Стена 5 | Вентиляция 3 | Приточная | 8850 | 0,55×0,5 | 0,15 | 25 |

Горючая нагрузка: Гардероб

Параметры горючей нагрузки

| Параметр | Единица измерения | Значение |
|-------------------------------------------|------------------------|----------|
| Низшая теплота сгорания | кДж/кг | 16700 |
| Линейная скорость распространения пламени | м/с | 0,007 |
| Удельная массовая скорость выгорания | кг/(м ² ·с) | 0,025 |
| Коэффициент полноты сгорания | - | 0,93 |
| Удельная мощность | кВт/м ² | 388,275 |
| Дымообразующая способность | Нп·м ² /кг | 61 |
| Потребление кислорода (O ₂) | кг/кг | 2,56 |

| | | | | | | | |
|------|--------|------|--------|---------|------|------------------------|------|
| | | | | | | 20-ВЛГ/Д30-ДИ21-ПБ.РПР | Лист |
| Изм. | Кол.уч | Лист | Недок. | Подпись | Дата | | 9 |

| | | |
|-----------------------------------------------|-------|-------|
| Выделение углекислого газа (CO ₂) | кг/кг | 0,88 |
| Выделение угарного газа (CO) | кг/кг | 0,063 |
| Выделение хлористого водорода (HCl) | кг/кг | 0 |

Для определения времени блокирования путей эвакуации была составлена модель здания.

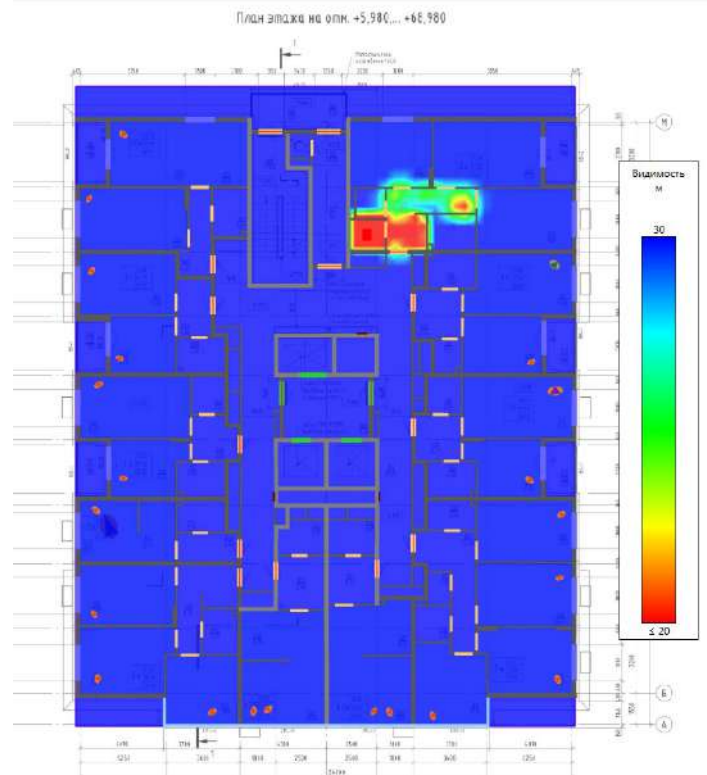
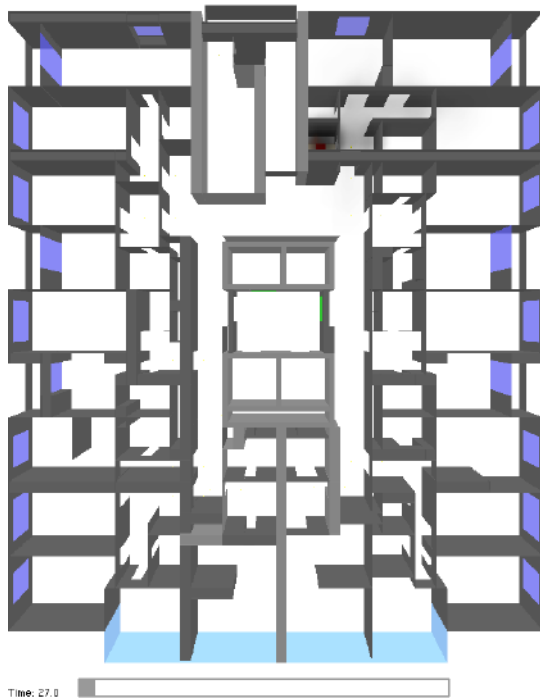


Рисунок 1. Модель здания



Рисунок 2. Типовой этаж. Пожарная модель

Следующие рисунки показывают динамику развития ОФП.



| | | | | | |
|------|--------|------|--------|---------|------|
| Изм. | Кол.уч | Лист | № док. | Подпись | Дата |
|------|--------|------|--------|---------|------|

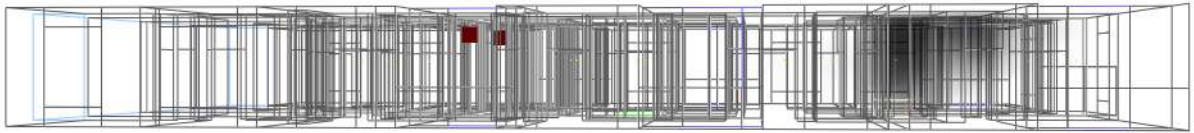


Рисунок 3. Типовой этаж. Распространение дыма через 27,2 с после начала пожара.

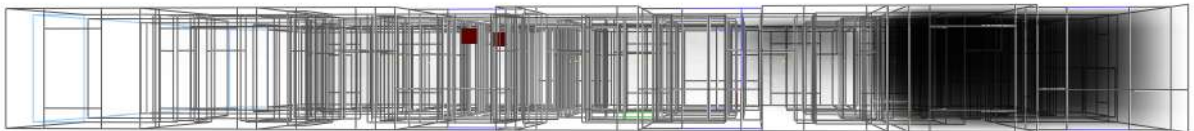
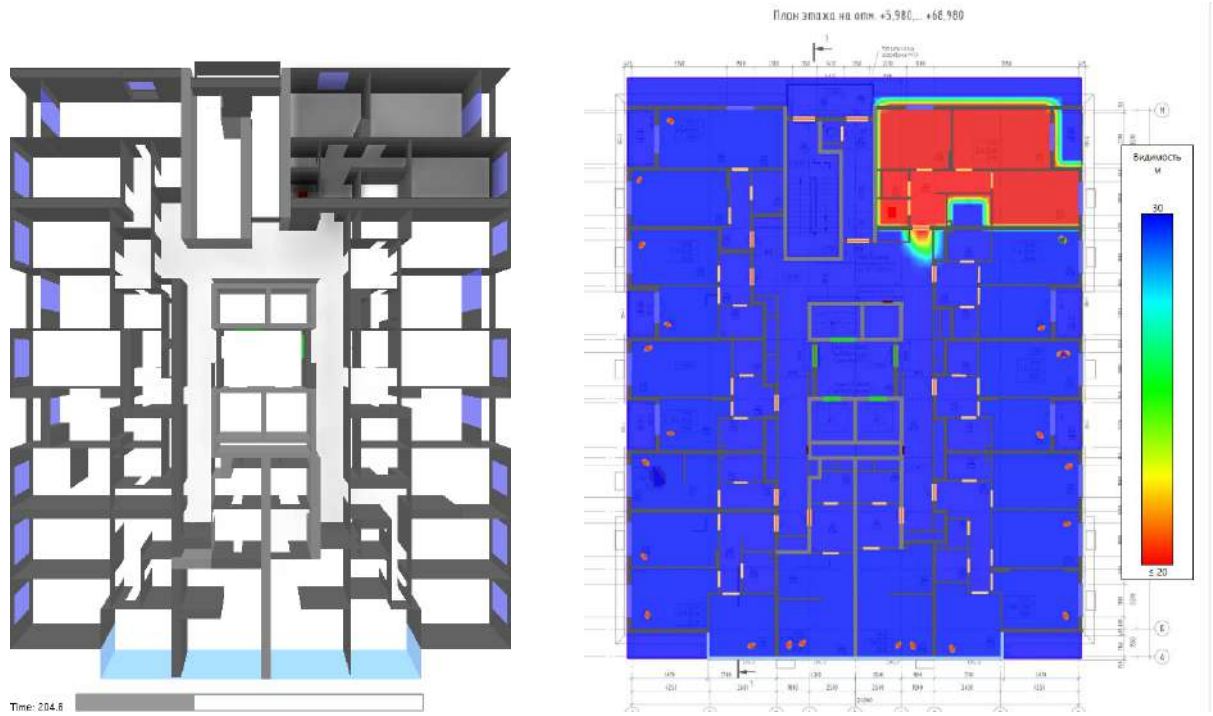


Рисунок 4. Типовой этаж. Распространение дыма через 204,6 с после начала пожара.

| | | | | | | | |
|------|--------|------|--------|---------|------|------------------------|------|
| | | | | | | 20-ВЛГ/Д30-ДИ21-ПБ.РПР | Лист |
| Изм. | Кол.уч | Лист | Недок. | Подпись | Дата | | 11 |

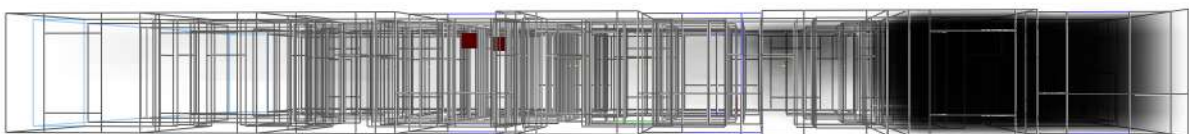
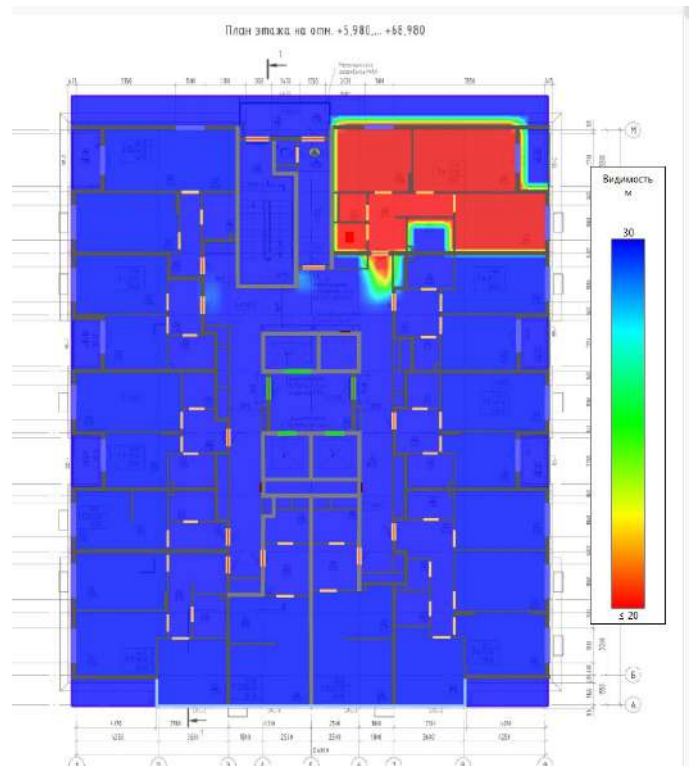
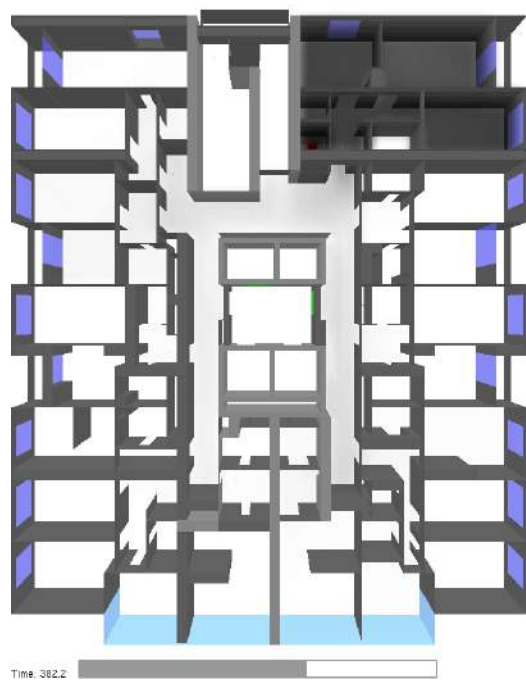


Рисунок 5. Типовой этаж. Распространение дыма через 382,2 с после начала пожара.

Таблица ниже показывает, через какое время после начала пожара достигаются предельно допустимые значения по каждому из опасных факторов пожара в регистраторах.

| Расположение | Наименование | Время блокирования по каждому ОФП, с | | | | | | |
|---------------|--------------|--------------------------------------|-----------|----------------|-----------------|------|------|----------------|
| | | Температура | Видимость | O ₂ | CO ₂ | CO | HCl | Тепловой поток |
| Этаж 1 | | | | | | | | |
| Вне помещений | Дверь 1 | 202,8 | 15 | 54 | >600 | >600 | >600 | >600 |
| | Дверь 2 | >600 | 550,2 | >600 | >600 | >600 | >600 | >600 |

Результаты моделирования процесса развития пожара

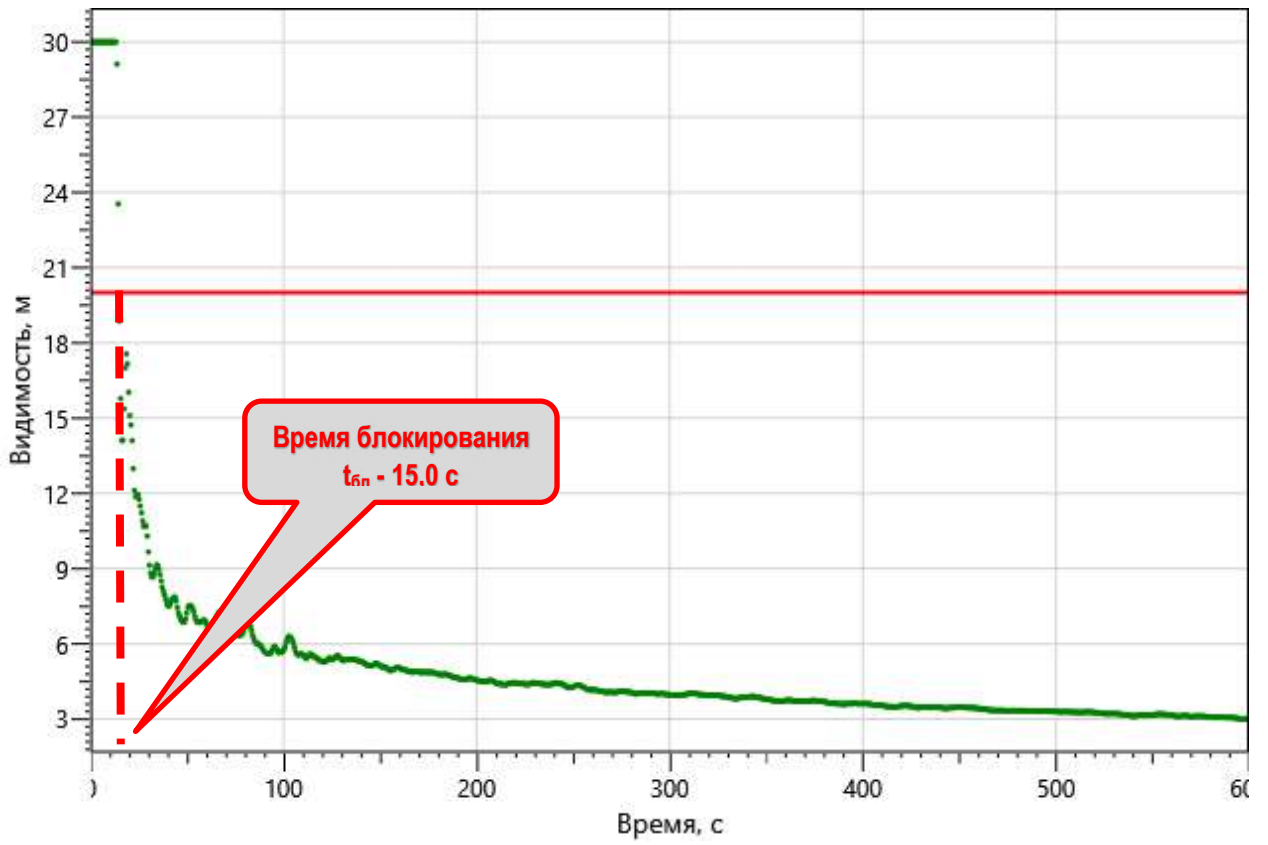
Если в каком-то регистраторе опасные факторы пожара не достигли критического значения за время моделирования, то данные для этого регистратора в отчете не представлены.

Использованные на графиках обозначения:

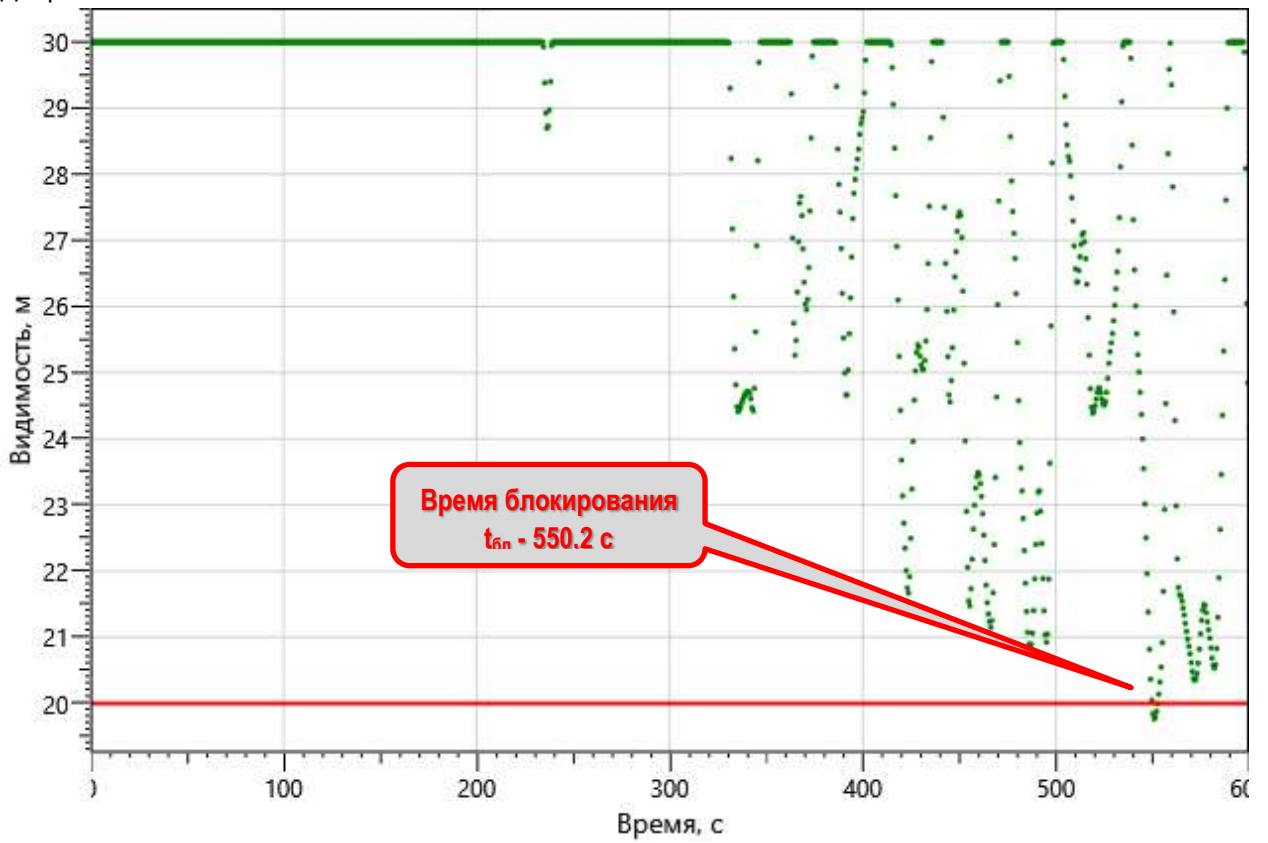
- - критическое значение ОФП

Типовой этаж

Дверь 1



Дверь 2



| | | | | | |
|------|--------|------|--------|---------|------|
| | | | | | |
| Изм. | Кол.уч | Лист | Недок. | Подпись | Дата |

20-ВЛГ/Д30-ДИ21-ПБ.РПР

Лист

13

4. Формулировка математической модели и моделирование эвакуации людей из здания при пожаре

Расчетное время эвакуации людей из здания устанавливается по времени выхода из него последнего человека.

Перед началом моделирования процесса эвакуации задается схема эвакуационных путей в здании. Все эвакуационные пути подразделяются на эвакуационные участки длиной a и шириной b . Длина и ширина каждого участка пути эвакуации для проектируемых зданий принимаются по проекту, а для построенных - по фактическому положению. Длина пути по лестничным маршам измеряется по длине марша. Длина пути в дверном проеме принимается равной нулю. Эвакуационные участки могут быть горизонтальные и наклонные (лестница вниз, лестница вверх и пандус).

За габариты человека в плане принимается эллипс с размерами осей 0,5 м (ширина человека в плечах) и 0,25 м (толщина человека). Задаются координаты каждого человека x_i - расстояние от центра эллипса до конца эвакуационного участка, на котором он находится (рис. ПЗ.1). Если разность координат некоторых людей, находящихся на эвакуационном участке, составляет менее 0,25 м, то принимается, что люди с этими координатами расположены рядом друг с другом - сбоку один от другого (условно: «в ряд»). При этом, исходя из габаритов человека в плане и размеров эвакуационного участка (длина и ширина) для каждого эвакуационного участка определяются: максимально возможное количество человек в одном ряду сбоку друг от друга и максимально возможное количество людей на участке.

Координаты каждого человека x_i в начальный момент времени задаются в соответствии со схемой расстановки людей в помещениях (рабочие места, места для зрителей, спальные места и т. п.). В случае отсутствия таких данных, например, для магазинов, выставочных залов и другое, допускается размещать людей равномерно по всей площади помещения с учетом расстановки технологического оборудования.

Координата каждого человека в момент времени t определяется по формуле:

$$x_i(t) = x_i(t-\Delta t) - V_i(t) \cdot \Delta t, \quad (\text{ПЗ.1})$$

где $x_i(t-\Delta t)$ - координата i -го человека в предыдущий момент времени, м;

$V_i(t)$ - скорость i -го человека в момент времени t , м/с;

Δt - промежуток времени, с.

Скорость i -го человека $V_i(t)$ в момент времени t определяется по таблице П2.1 приложения 2 к Методике в зависимости от локальной плотности потока, в котором он движется, $D_i(t)$ и типа эвакуационного участка.

Локальная плотность $D_i(t)$ вычисляется по группе, состоящей из n человек, по формуле:

$$D_i(t) = (n(t)-1) \cdot f / (b \cdot \Delta x) \text{ м}^2/\text{м}^2, \quad (\text{ПЗ.2})$$

где n - количество людей в группе, человек;

f - средняя площадь горизонтальной проекции человека, $\text{м}^2/\text{м}^2$;

b - ширина эвакуационного участка, м;

Δx - разность координат последнего и первого человека в группе, м.

Если в момент времени t координата человека $x_i(t)$, определенная по формуле (ПЗ.1), станет отрицательной - это означает, что человек достиг границы текущего эвакуационного участка и должен перейти на следующий эвакуационный участок.

| | | | | | | | |
|------|--------|------|-------|---------|------|------------------------|------|
| | | | | | | 20-ВЛГ/Д30-ДИ21-ПБ.РПР | Лист |
| | | | | | | | 14 |
| Изм. | Кол.уч | Лист | №док. | Подпись | Дата | | |

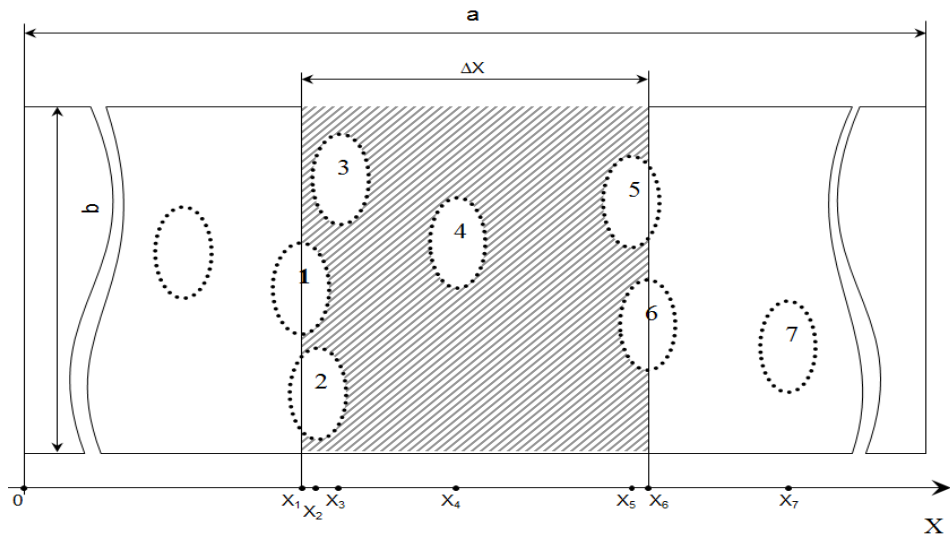


Рис. ПЗ.1. Координатная схема размещения людей на путях эвакуации

В этом случае координата этого человека на следующем эвакуационном участке определяется:

$$x_i(t) = [x_i(t-dt) - V_i(t) \cdot dt] + a_j - l_j \text{ м,} \quad (\text{ПЗ.3})$$

где $x_i(t-dt)$ - координата i -го человека в предыдущий момент времени на $(j-1)$ эвакуационном участке, м;

$V_i(t)$ - скорость i -го человека на $(j-1)$ -ом эвакуационном участке в момент времени t , м/с;

a_j - длина j -го эвакуационного участка, м;

l_j - координата места слияния j -го и $(j-1)$ -го эвакуационных участков - расстояние от начала j -го эвакуационного участка до места слияния его с $(j-1)$ -ым эвакуационным участком, м.

Количество людей, переходящих с одного эвакуационного участка на другой в единицу времени, определяется пропускной способностью выхода с участка $Q_j(t)$:

$$Q_j(t) = q_j(t) \cdot c_j \cdot dt / (f \cdot 60) \text{ чел.,} \quad (\text{ПЗ.4})$$

где $q_j(t)$ - интенсивность движения на выходе с j -го эвакуационного участка в момент времени t , м/мин;

c_j - ширина выхода с j -го эвакуационного участка, м;

dt - промежуток времени, с;

f - средняя площадь горизонтальной проекции человека, м².

Интенсивность движения на выходе с j -го эвакуационного участка $q_j(t)$ в момент времени t определяется в зависимости от плотности людского потока на этом участке $Dv_j(t)$.

Плотность людского потока на j -ом эвакуационном участке $Dv_j(t)$ в момент времени t определяется по формуле:

$$Dv_j(t) = (N_j \cdot f \cdot dt) / (a_j \cdot b_j) \text{ м}^2/\text{м}^2, \quad (\text{ПЗ.5})$$

где N_j - число людей на j -ом эвакуационном участке, чел.;

f - средняя площадь горизонтальной проекции человека, м²;

a_j - длина j -го эвакуационного участка, м;

b_j - ширина j -го эвакуационного участка, м;

dt - промежуток времени, с.

В момент времени t определяется количество людей m с отрицательными координатами $x_i(t)$, определенными по формуле (ПЗ.1).

Если значение $m \leq Q_j(t)$, то все m человек переходят на следующий эвакуационный участок и их координаты определяются в соответствии с формулой (ПЗ.3). Если значение $m > Q_j(t)$, то количество

| | | | | | | | |
|------|--------|------|--------|---------|------|------------------------|------|
| | | | | | | 20-ВЛГ/Д30-ДИ21-ПБ.РПР | Лист |
| | | | | | | | 15 |
| Изм. | Кол.уч | Лист | Недок. | Подпись | Дата | | |

человек равно значение $Q_j(t)$ переходят на следующий эвакуационный участок и их координаты определяются в соответствии с формулой (П 3.3), а количество человек, равно значение $(m-Q_j(t))$, не переходят на следующий эвакуационный участок (остаются на данном эвакуационном участке) и их координатам присваиваются значения

$$x_i(t) = k \cdot 0,25 + 0,25,$$

где k - номер ряда, в котором будут находиться люди (максимально возможное количество человек в одном ряду сбоку друг от друга для каждого эвакуационного участка определяется перед началом расчетов). Таким образом, возникает скопление людей перед выходом с эвакуационного участка.

На основании заданных начальных условий (начальных координат людей, параметров эвакуационных участков) определяются плотности людских потоков на путях эвакуации и пропускные способности выходов с эвакуационных участков. Далее, в момент времени $t = t + dt$, определяется наличие ОФП на путях эвакуации. В зависимости от этого выбирается направление движения каждого человека и вычисляется новая координата каждого человека. После этого снова определяются плотности людских потоков на путях эвакуации и пропускные способности выходов. Затем вновь дается приращение по времени dt и определяются новые координаты людей с учетом наличия ОФП на путях эвакуации в этот момент времени. После этого процесс повторяется. Расчеты проводятся до тех пор, пока все люди не будут эвакуированы из здания.

4.1. Расчет времени эвакуации людей при пожаре

В статье 53 Федерального закона от 22 июля 2008 г. №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» говорится, что:

1. Каждое здание или сооружение должно иметь объемно-планировочное решение и конструктивное исполнение эвакуационных путей, обеспечивающие безопасную эвакуацию людей при пожаре.

<....>

2. Для обеспечения безопасной эвакуации людей должны быть:

1) установлены необходимое количество, размеры и соответствующее конструктивное исполнение эвакуационных путей и эвакуационных выходов;

2) обеспечено беспрепятственное движение людей по эвакуационным путям и через эвакуационные выходы;

<....>

3. Безопасная эвакуация людей из зданий и сооружений при пожаре считается обеспеченной, если интервал времени от момента обнаружения пожара до завершения процесса эвакуации людей в безопасную зону не превышает необходимого времени эвакуации людей при пожаре.

<....>

Расчетное время эвакуации людей определяем по, приведенной в приложении № 2 к Методике [3].

Описание эвакуационных сценариев. В данном расчетном сценарии рассматривается процесс эвакуации из жилых помещений типового этажа многоквартирного жилого дома. Опасные факторы пожара распространяются в объеме этажа, блокируют эвакуационные выходы, после чего начинается распространение опасных факторов пожара в объеме помещения.

Параметры эвакуационных путей и выходов. Для эвакуации из рассматриваемых помещений квартир жилого дома предусмотрены эвакуационные выходы.

| | | | | | | | |
|------|--------|------|-------|---------|------|------------------------|------|
| | | | | | | 20-ВЛГ/Д30-ДИ21-ПБ.РПР | Лист |
| Изм. | Кол.уч | Лист | №док. | Подпись | Дата | | 16 |

Из квартир 1-го этажа эвакуационные выходы (высота – 2,1 м, ширина – 1 м) предусмотрены наружу через вестибюль, из квартир со 2-го по 24-ый этажи эвакуационные выходы (высота – 2,1 м, ширина – 1 м) предусмотрены в коридор, через тамбур, имеющий выход (высота – 2,1 м, ширина – 1,2 м) в наружную воздушную зону лестничной клетки типа Н1.

Переход через воздушную зону, ведущий к незадымляемой лестничной клетке типа Н1 выполнен открытым с торцевым сплошным ограждением. Ширина прохода по воздушной зоне 1,2 м с высотой ограждения 1,2 м, ширина простенка между дверными проемами в наружной воздушной зоне составляет более 1,2 м.

Ширина лестничных маршей незадымляемой лестничной клетки типа Н1, а также ширина лестничных площадок принималась не менее 1,2 м. Двери, выходящие на лестничную клетку (высота – 2,1 м, ширина – 1,2 м). Незадымляемая лестничная клетка типа Н1 имеет выход (высота – 2,1 м, ширина – 1,2 м) непосредственно наружу. Лестничные марши имеют ограждение с поручнями высотой не менее 0,9 м.

При проведении расчетов принимается, что люди находятся в своих жилых комнатах.

Расчетное количество людей. Число жителей на типовом этаже многоквартирного жилого дома в расчете принято оценочно - 26 человек (из расчета количество жилых комнат плюс один человек).

Дополнительные условия. По проекту пожаробезопасные зоны для маломобильных групп населения предусмотрены в поэтажных лифтовых холлах.

Описание процесса эвакуации. Процесс эвакуации людей можно описать следующим образом. При обнаружении пожара или при поступлении сигнала от системы оповещения жители выходят из своих квартир в коридор, далее движутся по коридору и со второго этажа выходят в незадымляемую лестничную клетку типа Н1 через воздушную зону, спускаются в низ, после чего выходят наружу из здания. С первого этажа люди из квартир движутся в направлении эвакуационного выхода, непосредственно наружу.

Направление движения людей. При расчете времени движения жителей и при построении эвакуационной схемы задавалось наиболее вероятное направление движения людей к эвакуационным выходам. Предполагалось, что при эвакуации люди движутся в сторону ближайших к ним выходов.

Особенности процесса эвакуации. При движении людей вблизи выходов значительных заторов не образуется. Площадь горизонтальной проекции взрослого человека составляет 0,125 м²/чел (для взрослого человека в зимней одежде), М1 – 0, 100 м²/чел, М2 – 0,200 м²/чел, М3 – 0,300 м²/чел, М4 – 0,960 м²/чел.

4.2. Разработка расчетных схем и определение расчетного времени эвакуации людей

Для расчета времени эвакуации принята модель индивидуально-поточного движения людей из здания в соответствии с приложением 3 методики, утвержденной приказом МЧС России № 382 от 30.06.2009 г, с учетом изменений, вносимых в методику приказами МЧС России № 749 от 12.12.2011 г. № 632 от 02.12.2015 г.

В соответствии с объемно-планировочными решениями здания, геометрическими размерами эвакуационных путей и выходов, а также известными особенностями поведения людей при пожарах (движение к более широким и хорошо заметным выходам, выбор более короткого пути эвакуации, использование знакомых маршрутов движения и т.п.) были составлены расчётные схемы эвакуации с этажей здания. Количество и расположение людей принималось оценочно.

Для определения времени эвакуации была составлена расчётная схема эвакуации с этажа.

| | | | | | | | |
|------|--------|------|-------|---------|------|------------------------|------|
| | | | | | | 20-ВЛГ/Д30-ДИ21-ПБ.РПР | Лист |
| | | | | | | | 17 |
| Изм. | Кол.уч | Лист | №док. | Подпись | Дата | | |

Сценарий № 1

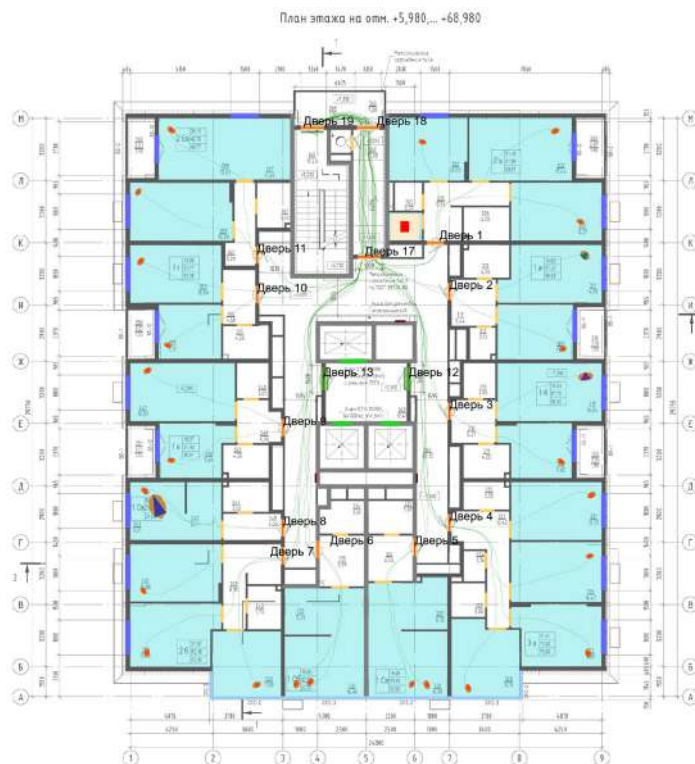


Рисунок 6. Типовой этаж. Люди и траектории их движения на этаже.

Следующие рисунки показывают динамику движения людей.

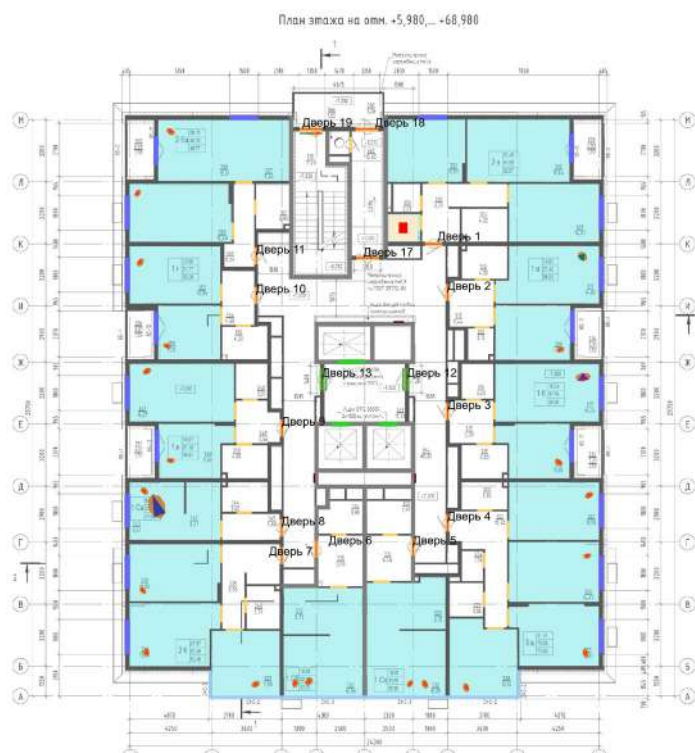


Рисунок 7. Типовой этаж. Расположение людей через 27,2 с после начала пожара

| | | | | | |
|------|--------|------|-------|---------|------|
| | | | | | |
| Изм. | Кол.уч | Лист | №док. | Подпись | Дата |

20-ВЛГ/Д30-ДИ21-ПБ.РПР

Лист

18



Рисунок 8. Типовой этаж. Расположение людей через 204,6 с после начала пожара

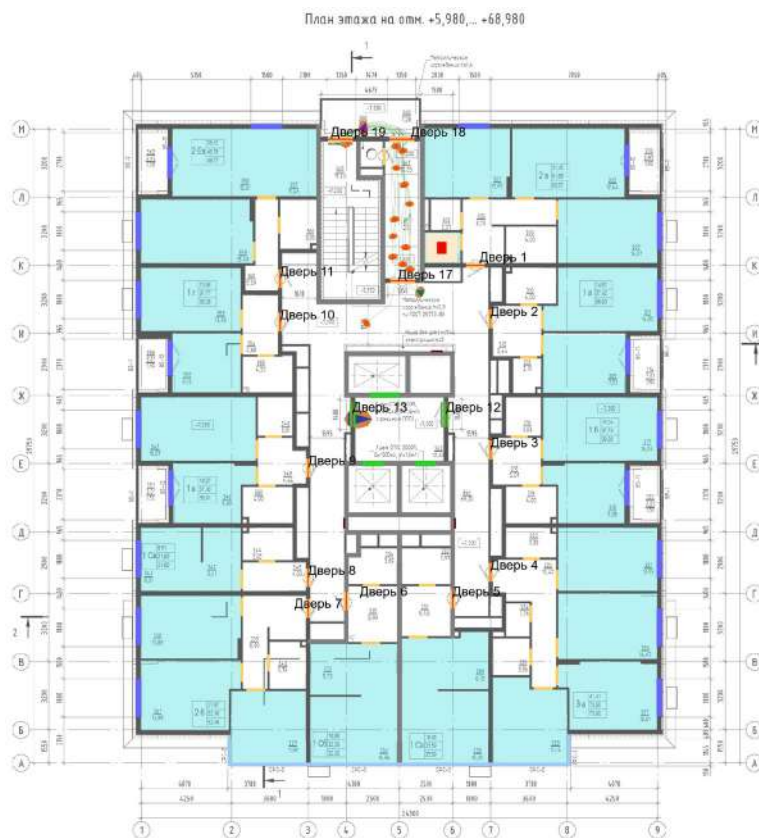


Рисунок 9. Типовой этаж. Расположение людей через 382,2 с после начала пожара

| | | | | | |
|------|--------|------|-------|---------|------|
| | | | | | |
| Изм. | Кол.уч | Лист | №док. | Подпись | Дата |

Результаты моделирования процесса эвакуации

Сценарий № 1

Типовой этаж

| |
|--------|
| l, м |
| 19,807 |

– Горизонтальный путь

| Имя | Контингент | Выход | l, м | t _{нэ} , с | t _э , с | t _{ск} , с |
|------------|----------------------------------|---------|--------|---------------------|--------------------|---------------------|
| Человек 1 | M1 | Выход 1 | 19,807 | 5,2 | 17,2 | 0 |
| Человек 2 | Взрослый человек в зимней одежде | Выход 1 | 23,794 | 5,2 | 19,6 | 0 |
| Человек 3 | M1 | Выход 1 | 23,884 | 5,2 | 20,2 | 0 |
| Человек 4 | M3 | Выход 1 | 27,226 | 360 | 383,4 | 0 |
| Человек 5 | M1 | Выход 1 | 21,473 | 360 | 373 | 0 |
| Человек 6 | M2 | Выход 1 | 22,066 | 360 | 404,2 | 0 |
| Человек 7 | Взрослый человек в зимней одежде | Выход 1 | 26,374 | 360 | 376 | 0 |
| Человек 8 | Взрослый человек в зимней одежде | Выход 1 | 33,65 | 360 | 386,8 | 0 |
| Человек 9 | M1 | Выход 1 | 35,809 | 360 | 390 | 2,2 |
| Человек 10 | Взрослый человек в зимней одежде | Выход 1 | 39,495 | 360 | 391,6 | 0 |
| Человек 11 | Взрослый человек в зимней одежде | Выход 1 | 36,703 | 360 | 389 | 0,4 |
| Человек 12 | Взрослый человек в зимней одежде | Выход 1 | 35,654 | 360 | 387,4 | 0,8 |
| Человек 13 | Взрослый человек в зимней одежде | Выход 1 | 36,629 | 360 | 391 | 1,4 |
| Человек 14 | Взрослый человек в зимней одежде | Выход 1 | 37,699 | 360 | 390,4 | 0,2 |
| Человек 15 | Взрослый человек в зимней одежде | Выход 1 | 38,201 | 360 | 389,4 | 0,6 |
| Человек 16 | M1 | Выход 1 | 36,368 | 360 | 388 | 0,4 |
| Человек 17 | Взрослый человек в зимней одежде | Выход 1 | 34,414 | 360 | 392,6 | 0 |
| Человек 18 | M1 | Выход 1 | 27,198 | 360 | 377,2 | 0 |
| Человек 19 | Взрослый человек в зимней одежде | Выход 1 | 28,328 | 360 | 377,6 | 0 |
| Человек 20 | M1 | Выход 1 | 21,725 | 360 | 373,6 | 0 |
| Человек 21 | Взрослый человек в зимней одежде | Выход 1 | 22,642 | 360 | 374 | 0 |
| Человек 22 | M1 | Выход 1 | 24,318 | 360 | 374,6 | 0 |
| Человек 23 | Взрослый человек в зимней одежде | Выход 1 | 26,175 | 360 | 376,6 | 0 |
| Человек 24 | M1 | Выход 1 | 34,814 | 360 | 388,4 | 0,8 |
| Человек 25 | Взрослый человек в зимней одежде | Выход 1 | 34,818 | 360 | 386,2 | 1 |
| Человек 26 | M4 | Выход 2 | 15,509 | 360 | 378,6 | 0 |

5. Определение величины индивидуального пожарного риска

В соответствии с Методикой по определению расчетных величин пожарного риска численным выражением индивидуального пожарного риска является частота воздействия опасных факторов пожара (далее – ОФП) на человека, находящегося в здании. Частота воздействия ОФП определяется для пожароопасной ситуации, которая характеризуется наибольшей опасностью для жизни и здоровья людей, находящихся в здании.

Индивидуальный пожарный риск отвечает требуемому, если:

$$Q_B \leq Q_B^H$$

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 зданиях класса функциональной пожарной опасности Ф1.3 (многоквартирные жилые дома) рассчитывается по формуле:

| | | | | | | | |
|------|--------|------|-------|---------|------|------------------------|------|
| | | | | | | 20-ВЛГ/Д30-ДИ21-ПБ.РПР | Лист |
| | | | | | | | 20 |
| Изм. | Кол.уч | Лист | №док. | Подпись | Дата | | |

$$Q_B = Q_{\text{п}} \cdot [1 - (P_{\text{э}} + (1 - P_{\text{э}}) \cdot P_{\text{сп}})]$$

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

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

$P_{\text{сп}}$ - вероятность спасения людей.

Коэффициент, учитывающий соответствие системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности, $K_{\text{п.з.и}}$ рассчитывается по формуле:

$$K_{\text{п.з.и}} = 1 - (1 - K_{\text{обн.и}} \cdot K_{\text{соуэ.и}}) \cdot (1 - K_{\text{обн.и}} \cdot K_{\text{пдз.и}})$$

где $K_{\text{обн.и}}$ - коэффициент, учитывающий соответствие системы пожарной сигнализации требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;

$K_{\text{соуэ.и}}$ - коэффициент, учитывающий соответствие системы оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;

$K_{\text{пдз.и}}$ - коэффициент, учитывающий соответствие системы противоподымной защиты требованиям нормативных документов по пожарной безопасности.

Вероятность эвакуации $P_{\text{э}}$ из зданий класса функциональной пожарной опасности Ф1.3 рассчитывают по формуле:

$$P_{\text{э.и}} = \frac{N_{\Sigma,и} - N_{\text{неэв.и}}}{N_{\Sigma,и}} \cdot 0,999$$

где N_{Σ} - общее количество людей, эвакуирующихся в рассматриваемом сценарии;

$N_{\text{неэв}}$ - количество не эвакуировавшихся людей. Определяется путем суммирования по всем участкам путей эвакуации людей, не успевших покинуть указанный участок до его блокирования опасными факторами пожара (для которых $t_{\text{р}} + t_{\text{нэ}} > 0,8 \cdot t_{\text{бл}}$), и людей, попавших в скопление продолжительностью более 6 мин ($t_{\text{ск}} > 6$ мин);

$t_{\text{р}}$ - 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 $0,5 \text{ м}^2/\text{м}^2$).

Вероятность спасения $P_{\text{сп}}$ определяется по формуле:

$$P_{\text{сп.и}} = 1 - (1 - K_{\text{п.з.и}})(1 - K_{\text{фпс.и}})(1 - K_{\text{ф.и}})(1 - K_{\text{эв.и}})$$

где $K_{\text{п.з.и}}$ - коэффициент, учитывающий соответствие системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности, определяется по формуле (5) Методики;

$K_{\text{фпс.и}}$ - коэффициент, учитывающий дислокацию подразделений пожарной охраны на территории поселений и городских округов, принимается равным $K_{\text{фпс.и}} = 0,95$ в случае соответствия ее требованиям Технического регламента и нормативных документов по пожарной безопасности. При этом время $t_{\text{бл.и}}$ принимается в соответствии с расчетом по приложению 6 к настоящей Методике для данного сценария развития пожара. В остальных случаях $K_{\text{фпс.и}}$ принимается равной нулю.

$K_{\text{ф.и}}$ - коэффициент, учитывающий класс функциональной пожарной опасности здания. Значение параметра $K_{\text{ф.и}}$ принимается равным $K_{\text{ф.и}} = 0,75$ в следующих случаях:

для зданий класса Ф1.3 в случае соблюдения требований нормативных документов по пожар-

| | | | | | | | |
|------|--------|------|--------|---------|------|------------------------|------|
| | | | | | | 20-ВЛГ/Д30-ДИ21-ПБ.РПР | Лист |
| Изм. | Кол.уч | Лист | № док. | Подпись | Дата | | 21 |

ной безопасности к устройству аварийных выходов;

В остальных случаях для зданий классов Ф1.3 $K_{ф,i}$ принимается равной нулю;

$K_{эв,i}$ - коэффициент, учитывающий соответствие путей эвакуации требованиям нормативных документов по пожарной безопасности.

Значение параметра $K_{эв,i}$ принимается равным $K_{эв,i} = 0,8$ в случае соблюдения требований нормативных документов по пожарной безопасности к путям эвакуации.

В остальных случаях $K_{эв,i}$ принимается равной нулю.

Коэффициент, учитывающий соответствие системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности $K_{пз}$, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей, рассчитывается по формуле:

$$K_{пз} = 1 - (1 - K_{обн} \cdot K_{соуэ}) \cdot (1 - K_{обн} \cdot K_{пдз}),$$

где, $K_{обн}$ – коэффициент, учитывающий соответствие системы пожарной сигнализации требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;

$K_{соуэ}$ – коэффициент, учитывающий соответствие системы оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;

$K_{пдз}$ – коэффициент, учитывающий соответствие системы противодымной защиты требованиям нормативных документов по пожарной безопасности.

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

Значение параметра $K_{обн}$ принимается равным $K_{обн} = 0,8$, если выполняется хотя бы одно из следующих условий:

- здание оборудовано системой пожарной сигнализации, соответствующей требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;

- оборудование здания системой пожарной сигнализации не требуется в соответствии с требованиями нормативных документов по пожарной безопасности.

В остальных случаях $K_{обн}$ принимается равным нулю.

Значение параметра $K_{соуэ}$ принимается равным $K_{соуэ} = 0,8$, если выполняется хотя бы одно из следующих условий:

- здание оборудовано системой оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей, соответствующей требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;

- оборудование здания системой оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей не требуется в соответствии с требованиями нормативных документов по пожарной безопасности.

В остальных случаях $K_{соуэ}$ принимается равным нулю.

Значение параметра $K_{пдз}$ принимается равным $K_{пдз} = 0,8$, если выполняется хотя бы одно из следующих условий:

- здание оборудовано системой противодымной защиты, соответствующей требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;

- оборудование здания системой противодымной защиты не требуется в соответствии с требованиями нормативных документов по пожарной безопасности.

В остальных случаях $K_{пдз}$ принимается равным нулю.

Значение времени начала эвакуации $t_{нэ}$ (с) для помещения очага пожара определялось по формуле:

$$t_{нэ} = 5 + 0,01 \cdot F$$

где, F - площадь помещения, m^2

| | | | | | | | |
|------|--------|------|-------|---------|------|------------------------|------|
| | | | | | | 20-ВЛГ/Д30-ДИ21-ПБ.РПР | Лист |
| | | | | | | | 22 |
| Изм. | Кол.уч | Лист | №док. | Подпись | Дата | | |

Сценарий № 1

Определяем время начала эвакуации $t_{нэ}$ (с) для помещения очага пожара:

$$t_{нэ} = 5 + 0,01 \cdot F = 5,2 \text{ с}$$

Время существования скоплений $t_{ск} = 2,2 \text{ с}$

Принимаем частоту возникновения пожара в жилом многоквартирном доме $2,6 \cdot 10^{-2} \text{ год}^{-1}$.

Определяем коэффициент, учитывающий соответствие системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности:

$$K_{п.з} = 1 - (1 - 0,8 \cdot 0,8) \cdot (1 - 0,8 \cdot 0,8) = 0,8704$$

Определяем вероятность спасения $P_{сп}$:

$$P_{сп,i} = 1 - (1 - 0,8704)(1 - 0,95)(1 - 0)(1 - 0) = 0,99352$$

Определяем вероятность эвакуации с типового этажа многоквартирного жилого дома:

Определение количества не эвакуировавшихся людей

| Расположение | Наименование | Время блокирования, $t_{бл}$, с | Необходимое время эвакуации, $0,8 t_{бл}$, с | Время эвакуации, $t_{э} = t_{нэ} + t_{р}$, с | Общее количество людей, N_{Σ} | Количество не эвакуировавшихся людей, $N_{неэв}$ |
|---------------|--------------|----------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Типовой этаж | | | | | | |
| Вне помещений | Дверь 1 | 15,0 | 12,0 | 11,4 | 3 | 0 |
| | Дверь 10 | >600 | >480 | 363,6 | 2 | 0 |
| | Дверь 11 | >600 | >480 | 365,2 | 2 | 0 |
| | Дверь 12 | >600 | >480 | не используется | 0 | 0 |
| | Дверь 13 | >600 | >480 | 378,2 | 1 | 0 |
| | Дверь 17 | >600 | >480 | 385,8 | 25 | 0 |
| | Дверь 18 | >600 | >480 | 397,2 | 25 | 0 |
| | Дверь 19 | >600 | >480 | 403,8 | 25 | 0 |
| | Дверь 2 | 550,2 | 440,2 | 375,0 | 2 | 0 |
| | Дверь 3 | >600 | >480 | 366,4 | 2 | 0 |
| | Дверь 4 | >600 | >480 | 367,0 | 4 | 0 |
| | Дверь 5 | >600 | >480 | 365,2 | 2 | 0 |
| | Дверь 6 | >600 | >480 | 365,2 | 2 | 0 |
| | Дверь 7 | >600 | >480 | 365,8 | 3 | 0 |
| | Дверь 8 | >600 | >480 | 373,0 | 2 | 0 |
| | Дверь 9 | >600 | >480 | 364,6 | 2 | 0 |

$$P_{э} = 0,999 \cdot (N_{\Sigma} - N_{неэв}) / N_{\Sigma} = 0,999 \cdot (26 - 0) / 26 = 0,999$$

Определяем расчетную величину индивидуального пожарного риска:

$$Q_{в} = Q_{п} \cdot [1 - (P_{э} + (1 - P_{э}) \cdot P_{сп})] = 0,026 \cdot [1 - (0,999 + (1 - 0,999) \cdot 0,99352)] = 0,17 \cdot 10^{-6}$$

Расчетная величина пожарного риска $Q_{в} = 0,17 \cdot 10^{-6} \text{ год}^{-1}$ не превышает нормативное значение $Q_{нв} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ год}^{-1}$.

| | | | | | | | | |
|------|--------|------|--------|---------|------|------------------------|--|------|
| | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | 23 |
| Изм. | Кол.уч | Лист | № док. | Подпись | Дата | 20-ВЛГ/Д30-ДИ21-ПБ.РПР | | |

Вывод:

На основании выполненных расчетов установлено, что индивидуальный пожарный риск для 21-го этажного многоквартирного жилого здания № 30 $Q_{\text{в}} = 0,17 \cdot 10^{-6}$ не превышает допустимого значения, установленного Федеральным законом от 22.07.2008 №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» $Q_{\text{нв}} = 1 \cdot 10^{-6}$ год⁻¹ с учетом того, что аварийный выход из квартир на высоте более 15 м отсутствует. Безопасность людей обеспечивается.

При изменении исходных данных расчет пожарного риска должен быть проведен повторно

| | | | | | | | |
|------|--------|------|--------|---------|------|------------------------|------|
| | | | | | | 20-ВЛГ/Д30-ДИ21-ПБ.РПР | Лист |
| Изм. | Кол.уч | Лист | № док. | Подпись | Дата | | 24 |

Литература

1. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
2. Правила проведения расчетов по оценке пожарного риска (утв. постановлением Правительства Российской Федерации от 22.07.2020 № 1084).
3. Приказ 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» (в редакции Приказа МЧС РФ от 12.12.2011 № 749).
4. Пособие по применению «Методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности» - М. ВНИИПО МЧС РФ, 2014.
5. Свод правил 1.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы».
6. Свод правил 4.13130.2013 «Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным конструктивным решениям» (с изменением 1).
7. СП 505.1311500.2021 Расчет пожарного риска. Требования к оформлению.
8. Грушевский Б.В. и др. «Пожарная профилактика в строительстве» - М. ВИПТШ МВД СССР, 1985.
9. Предтеченский В.М., Милинский А.И. Проектирование зданий с учетом организации движения людских потоков. - М., 1979.
10. Холщевников В.В. Исследования людских потоков и методология нормирования эвакуации людей из зданий при пожаре. -М.: МИПБ МВД России, 1999.-93 с.
11. Кошмаров Ю.А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении. Учебное пособие. АГПС МВД РФ, М. - 2000.
12. Материалы сайта www.fireevacuftion.ru.
13. Материалы семинара Уральского института ГПС МЧС «Расчет индивидуального пожарного риска для общественных зданий», г. Екатеринбург, 19-21 мая 2009 г. Уральский институт ГПС МЧС.

| | | | | | | | |
|------|--------|------|-------|---------|------|------------------------|------|
| | | | | | | 20-ВЛГ/Д30-ДИ21-ПБ.РПР | Лист |
| Изм. | Кол.уч | Лист | №док. | Подпись | Дата | | 25 |