МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт инженерной и экологической безопасности
(наименование института полностью)

Департамент магистратуры
(наименование)

20.04.01 Техносферная безопасность
(код и наименование направления подготовки)

Управление пожарной безопасностью
(направленность (профиль))

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)

на тему Повышение эффективности эвакуации людей (жильцов, посетителей, персонала) на примере моделирования пожара на объекте «Многофункциональный центр с апартаментами» по адресу: г. Челябинск, ул. Свободы, 4

Студент В.И. Кравец
(И.О. Фамилия) (личная подпись)

Научный руководитель к.т.н., доцент И.И. Рашоян
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2021

Содержание

Введение 3
Термины и определения 7
Перечень сокращений и обозначений 8
1 Исследование методов эвакуации людей при пожарах в многофункциональных центрах 9
1.1 Текущая пожарная обстановка для МФЦ. Определение типовых причин и характера развития пожаров 9
1.2 Нормативные требования по обеспечению эвакуации людей в МФЦ.. 21
1.3 Действие пожарных подразделений по обеспечению эвакуации людей в МЦФ 24
2 Характеристика объекта исследования 31
2.1 Общая характеристика 31
2.2 Объёмно-планировочные и конструкционные решения 34
2.3 Пожарная характеристика объекта. Решения по эвакуации людей при пожарах 46
3 Разработка решений по повышению эффективности эвакуации людей при пожарах 69
3.1 Информационно-аналитические исследования в отношении поиска эффективных решений организации эвакуации людей при пожарах 69
3.2 Методы моделирования пожаров 76
3.3 Моделирование пожара на объекте исследования. Анализ результатов с разработкой решений по повышению эффективности эвакуации людей при пожарах 79
Заключение 93
Список используемых источников 97

Введение

Актуальность и научная значимость настоящего исследования

Значительное возгорание и несогласованность действий пожарно-спасательных служб, грубейшие нарушения норм пожарной безопасности, а также комплекс прочих взаимосвязанных факторов, приведших к гибели 60 человек (41 - дети), случившиеся в ночь с 25 на 26 марта 2018 года в ТРЦ «Зимняя вишня» (город Кемерово) потряс медиапространство (СМИ, ТВ, Internet, общественность) Российской Федерации [1]: пожару присвоили статус 3 ранг сложности по [2 - 4], а на территории Кемеровской области в соответствии с [5 - 7], объявили ЧС федерального уровня и федерального реагирования. По уровню последствий и резонанса данный случай возгорания стал вторым после пожара НК «Хромая лошадь» (2009, город Пермь), в котором погибло 156 человек.

Ситуация усугубляется также фактом того, что смертность от пожаров на территории Российской Федерации в пятилетней динамике [2015 - 2020] имеет один из наиболее высоких показателей [8] - 7,5 / 100 тыс. нас. (аналогичный показатель [9] для РК - 2,7 / 100 тыс. нас., США - 1,0 / 100 тыс. нас.; ФР, ФРГ - 0,5 / 100 тыс. нас.). Постфактумные, ретроспективные проверки и анализ причин возгораний, пожаров и пожароопасных ситуаций не приносят должного профилактического эффекта, вследствие чего создаются актуальные предпосылки для поиска решений по повышению эффективности пожарно-спасательных и пожарно-эвакуационных операций путём применения современных решений в моделировании и прогнозировании.

Цель исследования: разработка технико-технологических решений по повышению эффективности эвакуации людей (жильцов, посетителей, персонала) на примере моделирования пожара на объекте «Многофункциональный центр с апартаментами» по адресу: г. Челябинск, ул. Свободы, 4.

Гипотеза исследования состоит в том, что пути устранения преград и ограничений передвижения людей по эвакуационным путям, обоснованное методами компьютерного моделирования пожара, позволит выработать оптимальный комплекс мер обеспечения пожарной безопасности.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи**:

1. Исследование методов эвакуации людей при пожарах в многофункциональных центрах,
2. Анализ характеристик объекта исследования,
3. Разработка решений по повышению эффективности эвакуации людей при пожарах.

Объект исследования: «Многофункциональный центр с апартаментами» по адресу: г. Челябинск, ул. Свободы, 4.

Предмет исследования: методы и модели организации эффективной эвакуации людей (жильцов, посетителей, персонала) для заданного МФЦ.

Научная новизна исследования заключается в изучении программных комплексов для моделирования и исследования эвакуацонно-спасательных процессов для МФЦ с аналитическим обоснованием решений относительно соответствия действующей на территории РФ НТД и оптимизации движения потоков людей при эвакуации.

Теоретико-методологическую основу исследования составили: аналитические данные относительно пожарной обстановки для объектов магистерской диссертации (с учётом фокуса исследований на предмете магистерской диссертации), нормативно-техническая, нормативно-правовая база, модельно-эмпирические исследования и анализ данных.

Методы исследования: анализ, синтез, сравнение и сопоставление, дедукция.

Теоретическая значимость исследования заключается в сборе, анализе и систематизации разрозненных данных относительно направления

исследования, формирование медианных представлений и разработка методологической модели информационной базы.

Практическая значимость исследования натурно-модельные, модельно-эмпирические исследования и анализ данных с разработкой решений по повышение эффективности эвакуации людей (жильцов, посетителей, персонала) на примере моделирования пожара на объекте «Многофункциональный центр с апартаментами» по адресу: г. Челябинск, ул. Свободы, 4 с формированием выводов по применимости для аналогичных объектов.

Достоверность и обоснованность результатов исследования обеспечивались приложением необходимых актов и результатов сопоставления и оценки полученных результатов применения в действии технико-технологических решений по повышению эффективности эвакуации людей.

Апробация результатов исследования результаты исследования докладывались автором на конференции, по результатам исследования опубликовано 1 статья общим объемом 0,3 печатных листов.

Личный вклад автора определяется тем, что автором лично проведена разработка технико-технологических решений по повышению эффективности эвакуации людей (жильцов, посетителей, персонала) на примере моделирования пожара на объекте «Многофункциональный центр с апартаментами» по адресу: г. Челябинск, ул. Свободы, 4.

На защиту выносятся:

1. Исследование методов эвакуации людей при пожарах в многофункциональных центрах.
2. Разработка решений по повышению эффективности эвакуации людей при пожарах.

Структура магистерской диссертации. Работа состоит из введения, трех глав (разделов), заключения, содержит 59 рисунков, 13 таблиц, список

используемой литературы и используемых источников 85. Основной текст работы изложен на 109 страницах.

Основные результаты исследования представлены в следующих публикациях:

1. Кравец В.И. Адресно-пороговые и адресно-аналоговые пожарные системы / Международный центр науки и образования «Студенческий форум». 2021. № 13. С. 36-40.

Термины и определения

Термины и определения, используемые в рамках настоящей магистерской диссертации, определяются ГОСТ 12.1.033-81 [3]:

- вероятность воздействия опасных факторов пожара – математическая величина возможности воздействия опасных факторов пожара с заранее заданными значениями их параметров;
- вероятность возникновения пожара (загорания) – математическая величина возможности появления необходимых и достаточных условий возникновения пожара (загорания);
- возникновение пожара (загорания) – совокупность процессов, приводящих к пожару (загоранию);
- загорание – неконтролируемое горение вне специального очага, без нанесения ущерба;
- опасный фактор пожара – фактор пожара, воздействие которого приводит к травме, отравлению или гибели человека, а также к материальному ущербу;
- план эвакуации при пожаре – документ, в котором указаны эвакуационные пути и выходы, установлены правила поведения людей, а также порядок и последовательность действий обслуживающего персонала на объекте при возникновении пожара;
- спасание людей при пожаре – действия по эвакуации людей, которые не могут самостоятельно покинуть зону, где имеется возможность воздействия на них опасных факторов пожара;
- эвакуация людей при пожаре – вынужденный процесс движения людей из зоны, где имеется возможность воздействия на них опасных факторов пожара.

Перечень сокращений и обозначений

АПС	–	автоматическая пожарная сигнализация;
АУПТ	–	автоматическая установка пожаротушения;
ГДЗС	–	газодымозащитная служба;
ГОСТ	–	государственный стандарт;
МГН	–	маломобильные группы населения;
МР	–	методические рекомендации;
МУ	–	методические указания;
МФЦ	–	многофункциональный центр;
НПБ	–	нормы пожарной безопасности;
НПУиЭ	–	нарушений правил устройства и эксплуатации электрооборудования;
НТ	–	начальник тыла;
НТД	–	нормативно-техническая документация;
НУТП	–	начальник участка тушения пожара;
НШ	–	начальник штаба;
ПСО	–	пожарно-спасательный отряд;
ПСЧ	–	пожарно-спасательная часть;
ПТП	–	план пожаротушения;
РТП	–	руководитель тушения пожара;
СОУЭ	–	система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре;
СП	–	свод правил;
СПОЗУ	–	схема планировочной организации земельного участка;
ТРЦ	–	торгово-развлекательный центр;
ТЭП	–	технико-экономические показатели;
ФЗ	–	Федеральный закон;
ЦППС	–	центральный пункт пожарной связи.

1 Исследование методов эвакуации людей при пожарах в многофункциональных центрах

1.1 Текущая пожарная обстановка для МФЦ. Определение типовых причин и характера развития пожаров

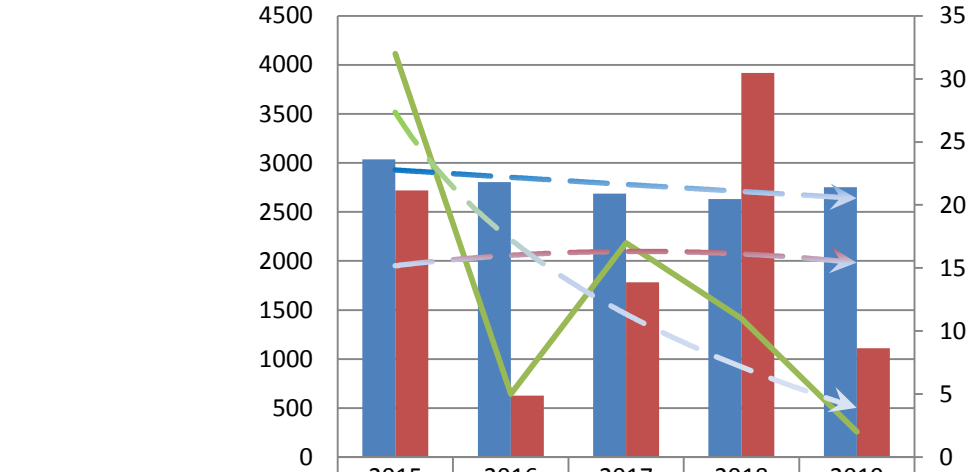
Для оценки пожарной опасности объектов магистерской диссертации – МФЦ используя данные профильных федеральных служб и ведомств, выполним оценку пожарной обстановки для заданных объектов и объектов аналогичного типа.

МФЦ и ТРЦ возводятся в соответствии с регламентирующей НТД (СП 400.1325800.2018 [59], СП 464.1325800.2019 [67], СП 306.1325800.2017 [57], СП 118.13330.2012*) [43] с учётом противопожарных требований по 123-ФЗ [77], СП 112.13330.2011, 384-ФЗ, Правил [46], СП 12.13130.2009 [44], СП 4.13130.2013 [58], СП 1.13130.2020 [38], СП 2.13130.2020 [50], 69-ФЗ [25]. Несмотря на достаточно развитую нормативно-регламентирующую базу для данных объектов массового пребывания людей имеют место пожары и пожароопасные ситуации, которые рассмотрим в рамках пожарной обстановки для МФЦ (ТРЦ) на основании статистических данных [27].

Согласно представленным аналитическим данным (на основании статистических данных [27]), основные тренды пожарной обстановки для объектов класса МФЦ (ТРЦ):

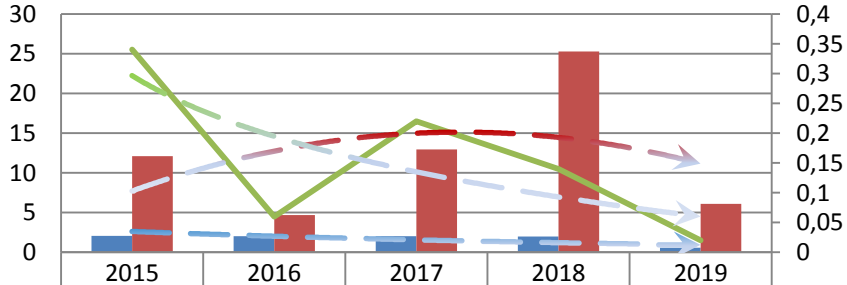
- имеет место снижения всех статистических показателей в пятилетней динамике для всех суботраслевых объектов, за исключением экстремума в 2018 года;
- экстремум 2018 года вызван крупным пожаром (3 ранг сложности [7, 20, 43]; ЧС федерального уровня [26, 35, 36]) в ТРЦ «Зимняя вишня» (г. Кемерово).

В фокусе исследований – пожарно-эвакуационные процессы, вследствие чего выполним статистически-корреляционный анализ по суботраслевым объектам по параметру гибели людей в пожарах, результаты которого представлены на рисунке 7.



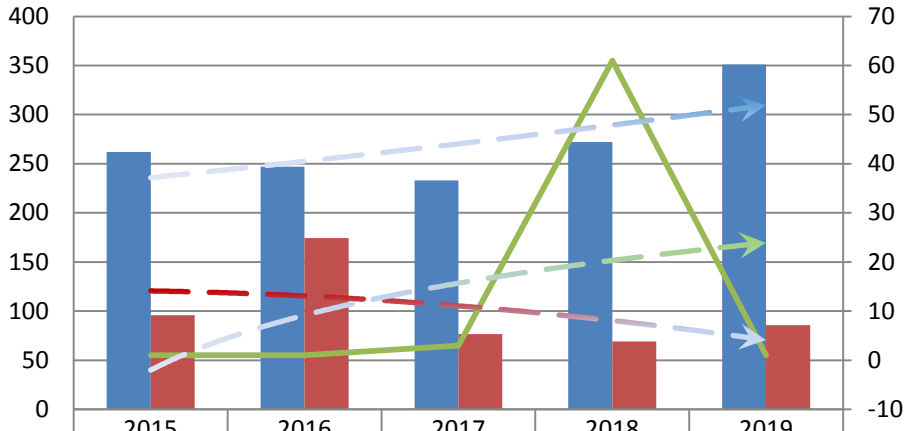
	2015	2016	2017	2018	2019
Количество пожаров, ед.	3037	2805	2688	2632	2754
Прямой материальный ущерб, млн. руб.	2718,6	627,4	1784,3	3917,7	1110
Погибло, чел.	32	5	17	11	2

Рисунок 1 – Статистически-корреляционный анализ пожарной обстановки для объектов торгового назначения (в абс. ед.) [27]



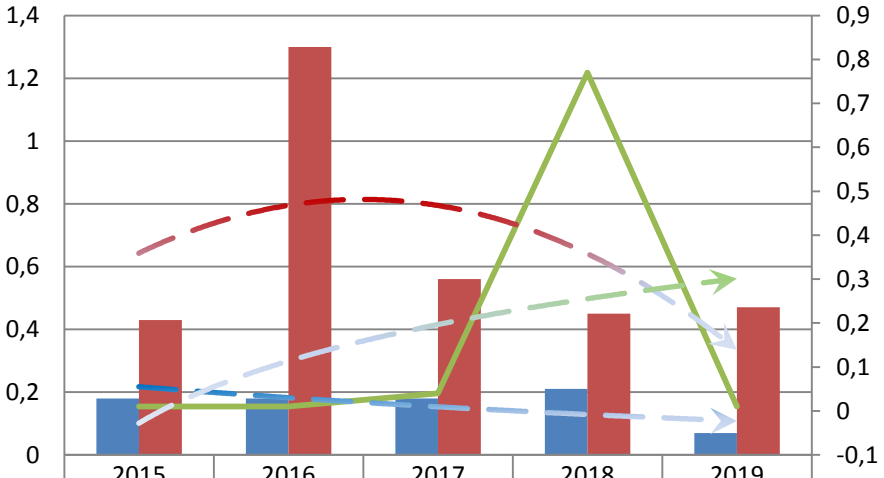
	2015	2016	2017	2018	2019
Количество пожаров, % от общ.	2,08	2,01	2,02	2	0,58
Прямой материальный ущерб, % от общ.	12,1	4,68	12,96	25,25	6,11
Погибло, % от общ.	0,34	0,06	0,22	0,14	0,02

Рисунок 2 – Статистически-корреляционный анализ пожарной обстановки для объектов торгового назначения (в отн. ед.) [27]



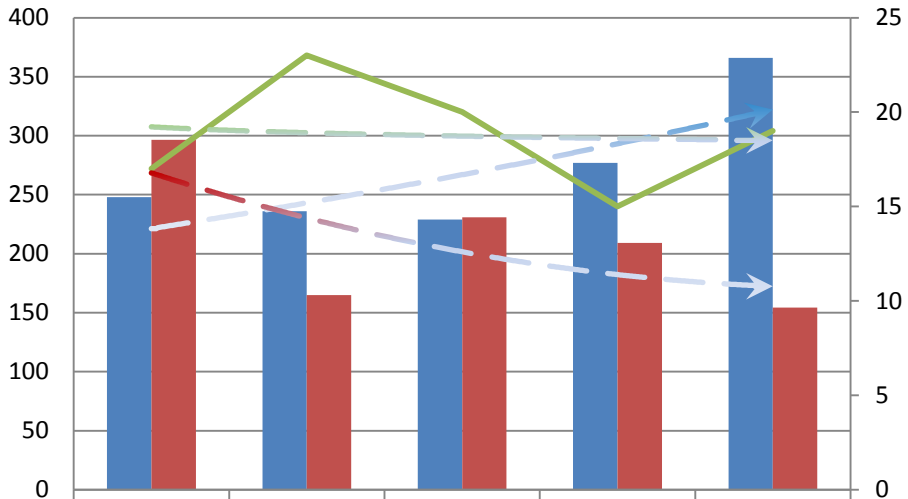
	2015	2016	2017	2018	2019
Количество пожаров, ед.	262	247	233	272	351
Прямой материальный ущерб, млн. руб.	95,7	174,4	76,8	69,2	85,8
Погибло, чел.	1	1	3	61	1

Рисунок 3 – Статистически-корреляционный анализ пожарной обстановки для объектов досугового назначения (в абс. ед.) [27]



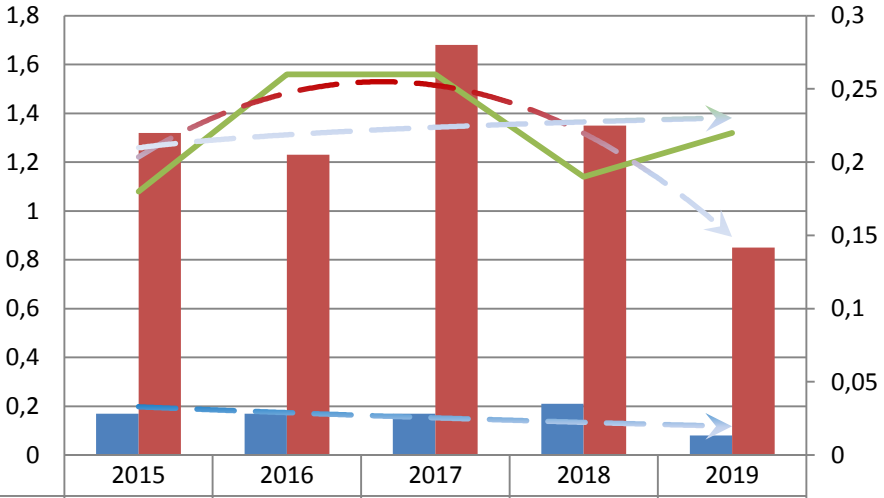
	2015	2016	2017	2018	2019
Количество пожаров, % от общ.	0,18	0,18	0,18	0,21	0,07
Прямой материальный ущерб, % от общ.	0,43	1,3	0,56	0,45	0,47
Погибло, % от общ.	0,01	0,01	0,04	0,77	0,01

Рисунок 4 – Статистически-корреляционный анализ пожарной обстановки для объектов досугового назначения (в отн. ед.) [27]



	2015	2016	2017	2018	2019
Количество пожаров, ед.	248	236	229	277	366
Прямой материальный ущерб, млн. руб.	296,6	164,9	230,9	209,2	154,3
Погибло, чел.	17	23	20	15	19

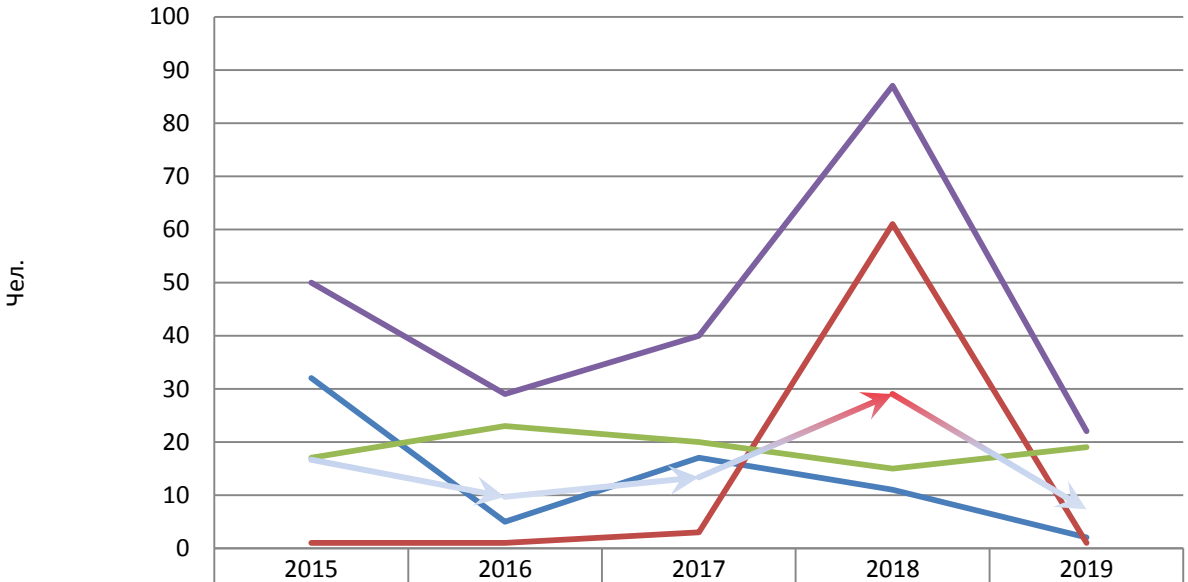
Рисунок 5 – Статистически-корреляционный анализ пожарной обстановки для объектов временного проживания людей (в абс. ед.) [27]



	2015	2016	2017	2018	2019
Количество пожаров, % от общ.	0,17	0,17	0,17	0,21	0,08
Прямой материальный ущерб, % от общ.	1,32	1,23	1,68	1,35	0,85
Погибло, % от общ.	0,18	0,26	0,26	0,19	0,22

Рисунок 6 – Статистически-корреляционный анализ пожарной обстановки для объектов временного проживания людей (в абс. ед.) [27]

Данные, полученные статистически-корреляционным анализом (на рисунке 7), подтверждают наличие локального экстремума 2018 для случая крупного пожара в ТРЦ «Зимняя вишня» (г. Кемерово), что обосновывает необходимость проведения исследований и разработки решений по совершенствованию методов эвакуационно-спасательных операций, направленных на сбережение жизней людей от огня.



	2015	2016	2017	2018	2019
Торг., чел.	32	5	17	11	2
Дос., чел.	1	1	3	61	1
Врем., чел.	17	23	20	15	19
Сумм., чел.	50	29	40	87	22
Ср. зн., чел.	17	10	13	29	7

Рисунок 7 – Статистически-корреляционный анализ по суботраслевым объектам по параметру гибели людей в пожарах [27]

Анализ статистических данных [27] позволяет также определить основные причины возгораний в исследуемом периоде (рисунки 8, 9).

Согласно представленным на рисунках 8, 9 данным, основная причина возгораний и тяжести последствий (относительно количественного параметра жертв пожаров) в исследуемом периоде – неосторожное обращение с огнём, следующая – НПУиЭ электрооборудования.

С учётом фокуса исследований – организация пожарно-спасательных и эвакуационно-спасательных операций, целесообразно рассмотреть статистические данные в отношении непосредственно эвакуационных процессов, вызванных возникновением пожароопасной ситуации [27].

Рисунок 8 – Статистически-корреляционный анализ причин пожароопасных ситуаций по количественному параметру случаев пожаров [27]

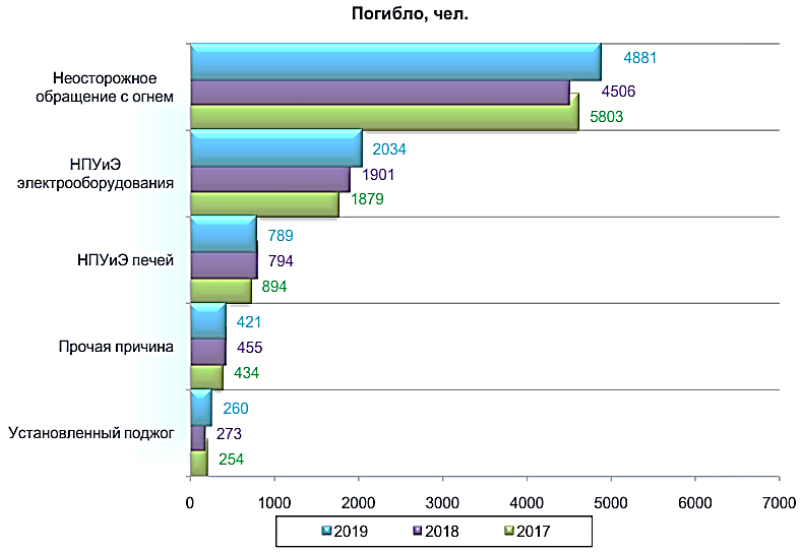


Рисунок 9 – Статистически-корреляционный анализ причин пожароопасных ситуаций по количественному параметру количества жертв пожаров [27]

На рисунке 10 представлен статистически-корреляционный анализ причин гибели людей во время пожаров в исследуемом периоде: подавляющее большинство случаев смерти вызвано воздействием токсичных продуктов горения на дыхательную систему жертв пожароопасных ситуаций [27].

Рисунок 10 – Статистически-корреляционный анализ причин гибели людей во время пожаров (в отн. ед.) [27]

Рисунок 11 – Статистически-корреляционный анализ причин гибели людей в организации эвакуационных процессов, вызванных пожароопасными ситуациями (в абс. ед.) [27]

Рисунок 12 – Статистически-корреляционный анализ причин травматизма людей в организации эвакуационных процессов, вызванных пожароопасными ситуациями (в абс. ед.) [27]

На рисунке 11 представлен статистически-корреляционный анализ причин гибели людей в организации эвакуационных процессов, вызванных пожароопасными ситуациями в исследуемом периоде: основная причина смерти – нахождение жертв пожаров и возгораний в состоянии алкогольного (наркотического) опьянения [27]. Аналогичным образом, выполнено ранжирование случаев тяжести травматизма жертв пожаров при организации

эвакуационных процессов (рисунок 12): основная причина – нахождение жертв пожаров и возгораний в состоянии алкогольного (наркотического) опьянения [27].

На основании данных [27] выполним описание крупных пожаров на территории Российской Федерации, произошедших в ТРЦ (МФЦ) (таблица 1).

Таблица 1 – Описание крупных пожаров на территории Российской Федерации, произошедших в ТРЦ (МФЦ

Хронометрическая точка	Локация	Характер пожара	Причина возгорания	Жертвы
1	2	3	4	5
9 января 2013	Станица Северская Краснодарского края	Произошло крупное возгорание в торговом центре. Площадь пожара составила 1,5 тысячи квадратных метров. Пожару был присвоен третий номер сложности.	Возгорание электро-проводки и электро-приборов	Отсутствуют
2 апреля 2013	Черемхово Иркутской области	Загорелся торговый центр «Октябрь». На момент прибытия первого подразделения пожарных огонь распространился на второй и третий этажи, пристроенный вплотную склад и кровлю. Площадь пожара составила 1,2 тысячи квадратных метров.	Возгорание электро-проводки и электро-приборов	Отсутствуют
11 августа 2014	Реж Свердловской области	Крупный пожар произошел в торговом центре «Руслан». В результате ЧП сгорел третий мансардный этаж здания, где располагался магазин одежды, также затопило во время тушения нижние этажи торгового центра, где находились бутики и офисы. Площадь пожара составила 1200 квадратных метров.	Возгорание электро-проводки и электро-приборов	Отсутствуют
29 октября 2014	Сарове Нижегородской области	Произошел пожар в ТЦ «Атриум». Огонь повредил более 3 тысяч квадратных метров здания.	Возгорание электро-проводки и электро-приборов	Отсутствуют

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
11 марта 2015	Казань	В казанском торговом центре «Адмирал» возник пожар, который распространился на площади 4 тысячи квадратных метров. Были эвакуированы более 650 человек.	Возгорание электро-проводки и электро-приборов	В результате ЧП погибли 19, пострадали свыше 70 человек
10 июля 2017	Москва	Произошло крупное возгорание в ТРЦ «РИО» на Дмитровском шоссе в Москве. Площадь возгорания составила тысячу квадратных метров. В это время на территории торгового центра находилось три тысячи человек, которые были оперативно эвакуированы, системы противопожарной безопасности сработали без сбоев.	Возгорание электро-проводки и электро-приборов	Сообщалось о 18 пострадавших, включая ребенка, и сотруднике пожарно-спасательной части №13, получившем тепловой удар.
9 августа 2017	Москва	Произошло возгорание в двухэтажном здании на Таганской площади, где расположен торговый центр «Атом». Из здания эвакуировали 120 человек. Площадь пожара составляла 1,5 тысячи квадратных метров.	Возгорание электро-проводки и электро-приборов	Отсутствуют
8 октября 2017	Подмосковье	Загорелся торговый центр «Синдика» в Подмосковье неподалеку от московского района Строгино. Открытое горение удалось потушить только к утру следующего дня. Общая площадь пожара достигала 55 тысяч квадратных метров. Часть здания обрушилась. Из здания были эвакуированы более трех тысяч посетителей и сотрудников.	Возгорание электро-проводки и электро-приборов	При пожаре пострадали три человека
13 октября 2017	ГО Чехов	Загорелось здание торгового центра «Перспектива». Площадь пожара составила три тысячи квадратных метров. Произошло обрушение кровли на площади 1,2 тысячи квадратных метров.	Возгорание электро-проводки и электро-приборов	Отсутствуют

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
2 декабря 2017	Оренбург	Загорелись фасад и кровля одноэтажного здания ТЦ «Мега Мир». Горело 1,5 тысячи квадратных метров, в ходе пожара обрушилась крыша здания на площади 300 квадратов. Посетители и продавцы были эвакуированы.	Возгорание электропроводки и электроприборов	Отсутствуют
8 декабря 2017	Раменский район Московской области	В торговом центре «Аист» произошло возгорание. Очаг пожара находился на третьем этаже торгового центра — кирпичного здания 80 на 20 метров. Площадь возгорания составила 600 квадратных метров.	Возгорание электропроводки и электроприборов	В огне погибли три человека, один пострадал, еще 10 человек удалось спасти.
25 марта 2018	Кемерово	Произошел пожар в четырехэтажном ТРЦ «Зимняя вишня». Очаг возгорания находился на верхнем этаже, где были расположены несколько кинозалов и детские игровые зоны с аттракционами.	Возгорание электропроводки и электроприборов	В результате пожара погибли 60 человек, в том числе дети, 79 человек пострадали, из них 27 детей.
10 ноября 2018	Санкт-Петербург	На набережной Обводного канала в Санкт-Петербурге в гипермаркете «Лента» произошло возгорание обстановки торгового зала на площади 4,8 тысячи квадратных метров, кровля обрушилась на площади 3,8 тыс. $м^2$. Все посетители и работники гипермаркета были эвакуированы.	Возгорание электропроводки и электроприборов	Сообщается о двух пострадавших

Таким образом, специфика пожарной обстановки на объектах массового пребывания людей (МФЦ, ТРЦ) указывает на высокий риск смерти и травмирования посетителей в результате воздействия факторов пожара. Также существует риск неправильного ведения пожарно-спасательных эвакуационных процессов (знаковый случай – пожар ТРЦ «Зимняя вишня» (Кемерово), 25.03.2018). Вследствие обозначенных факторов, необходимость разработки и формирования предложений по

совершенствованию пожаро-эвакуационных операций является одной из основных задач профильных ведомств и служб.

1.2 Нормативные требования по обеспечению эвакуации людей в МФЦ

Нормативные требования по обеспечению эвакуации людей в МФЦ формируются на общих требованиях к эвакуационным процессам, обозначенным в общих нормах противопожарного режима на объектах: 123-ФЗ [77], СП 112.13330.2011, 384-ФЗ, Правил [46], СП 12.13130.2009 [44], СП 4.13130.2013 [58], СП 1.13130.2020 [38], СП 2.13130.2020 [50], 69-ФЗ [25].

При этом существует несколько функциональных блоков:

- объёмно-планировочные, объёмно-пространственные и материально-конструктивные требования противопожарной безопасности к устройству и организации сети эвакуационных путей – по СП 1.13130.2020 [38], СП 4.13130.2013 [58], СП 2.13130.2020 [50], а также организации противопожарных отсеков (функциональных блоков) и норм движения потоков людей (межблоковых коммуникаций) по СП 400.1325800.2018 [59], СП 464.1325800.2019 [67], СП 306.1325800.2017 [57], СП 118.13330.2012* (рисунок 13) [43];
- технические средства организации эвакуационных процессов: нормальное функционирование системы оповещения / информирования / управления потоками людей – по СП 3.13130.2009 [56], НПБ 104-03 [24]. Знако-сигнальное сопровождение путей эвакуации – по ГОСТ 12.4.026-2015 [6], ГОСТ Р 12.2.143-2009 [12] (рисунок 13). Противопожарное обеспечение внутриобъектовых грузоподъёмных механизмов – по ГОСТ Р 53296-2009;

– требования по выполнению организационно-эвакуационных мероприятий на объектах: разработка плана эвакуации – по Правилам, ГОСТ 12.1.004-91 [2], ГОСТ Р 12.2.143-2009 [12]. Требования по организации управления потоками людей при эвакуационных процессах: в практической части – по СП 3.13130.2009 [56], НПБ 104-03 [24], в аналитической части – по ГОСТ 12.1.004-91 [2], Методики [27], 123-ФЗ [77], СП 112.13330.2011 [41], 384-ФЗ, Правил [46] (рисунки 13, 14);
– требования по оперативному реагированию пожарный подразделений: в части близкой локализации ПЧ – по СП 11.13130.2009 [40]; в части доступности к территории и объекту ПЧ – по 123-ФЗ [77], СП 112.13330.2011 [41], 384-ФЗ, Правил [46], СП 4.13130.2013 [58], ГОСТ 34350-2017 [10], ГОСТ Р 58715-2019 [15], ГОСТ 12.4.009-83 [5], СП 113.13330.2016 [42], ГОСТ 12.4.026-2015 [6], ГОСТ 12.1.114-82 [4], СП 42.13330.2016 [60];

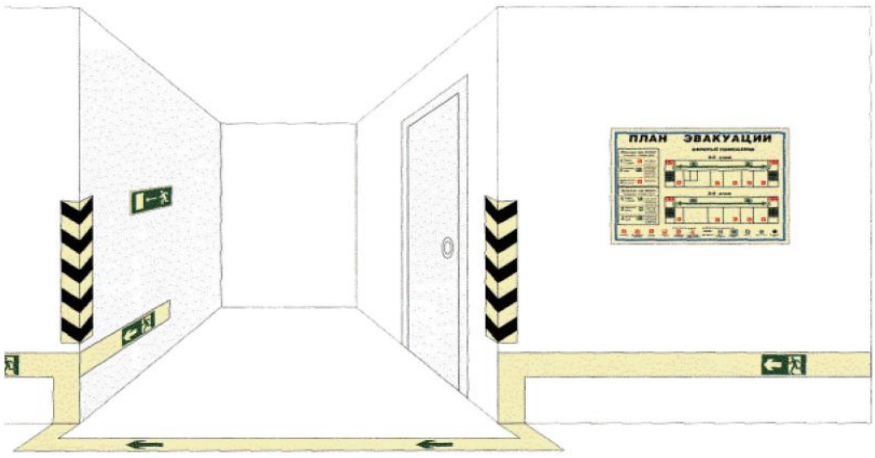


Рисунок 13 – Пример реализации знако-сигнального сопровождения (включая размещение планов эвакуации) путей эвакуации

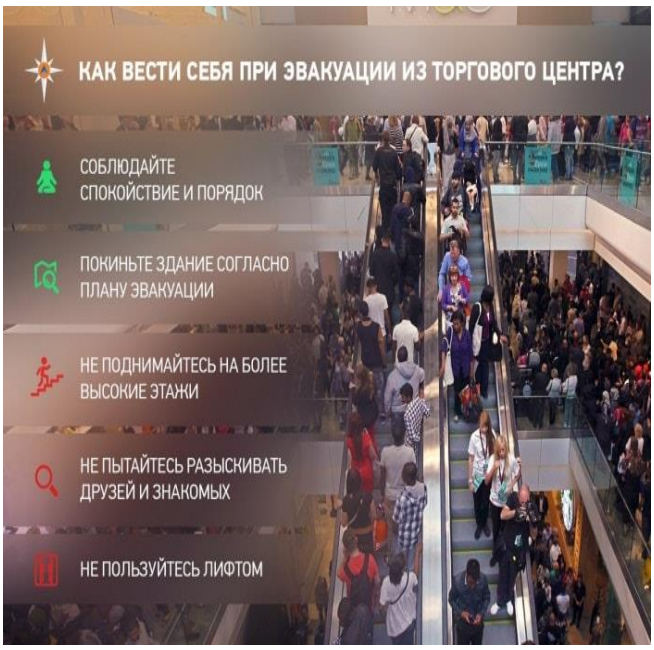


Рисунок 14 – Рекомендации МЧС РФ [31] относительно внутриобъектной организации спасательно-эвакуационных процессов на объектах массового пребывания людей – ТРЦ (МФЦ)

– требования по организации пожарно-эвакуационной деятельности пожарно-спасательных подразделений: в части организации и управления потоками людей – по СП 3.13130.2009 [56], НПБ 104-03 [24]; в части организации огневой борьбы с параллельно проводимыми поисково-спасательными и эвакуационно-спасательными процессам – по Положению [28], Боевому уставу [1], Методические рекомендации по обеспечению требований пожарной безопасности в торговых центрах [20]; Методические рекомендации по составлению планов тушения пожаров и карточек тушения пожаров [21].

Следовательно, установлены основные НТД, а также требования данных регуляторных документов, предъявляемые относительно обеспечения эвакуации людей в МФЦ, которые классифицированы по следующим признакам:

– объёмно-планировочные, объёмно-пространственные и материально-конструктивные требования противопожарной безопасности к устройству и организации эвакуационных путей;
– технические средства организации эвакуационных процессов: нормальное функционирование системы оповещения / информирования / управления потоками людей;
– требования по выполнению организационно-эвакуационных мероприятий на объектах: разработка плана эвакуации;
– требования по оперативному реагированию пожарный подразделений;
– требования по организации пожарно-эвакуационной деятельности пожарно-спасательных подразделений.

1.3 Действие пожарных подразделений по обеспечению эвакуации людей в МЦФ

Пожарные подразделения, привлеченные в рамках организации борьбы с пожаром, участия в поисково-спасительных и эвакуационно-спасательных операциях, выполняют свои должностные обязанности согласно утверждённых Положения [28], Боевого устава, МУ [21] с учётом планов тушения пожаров (ПТП), разрабатываемого и утверждаемого в порядке, предусмотренном МР [31], Боевого устава, Правил [30], 69-ФЗ [25], 123-ФЗ [77], Правил [31].

Требования по структуре и содержанию ПТП представлены в таблице 2. Также, для каждого объекта должна быть разработана и утверждена инструкция по эвакуации, соответствующая требованиям 123-ФЗ [77], СП 112.13330.2011 [41], 384-ФЗ, Правил [46], СП 12.13130.2009 [44], СП 4.13130.2013 [58], СП 1.13130.2020 [38], СП 2.13130.2020 [50], 69-ФЗ [25].

Таблица 2 – Требования по структуре и содержанию ПТП

Обязательный пункт	Требования к содержанию
1	2
Оперативно-тактическая характеристика объекта	Раздел «Оперативно-тактическая характеристика объекта» содержит информацию о данных, способных в той или иной степени повлиять на исход развития и тушения пожара и состоит из следующих подразделов: общие сведения об объекте: функциональное назначение; площадь его территории: степень огнестойкости и этажность основных зданий и сооружений; вид строительных конструкций зданий (перекрытий, стен, перегородок и т.п.); данные о пожарной нагрузке в помещениях, взрывопожароопасных производствах, сведения о веществах и материалах, обращающихся в производстве, с обязательным указанием наличия радиоактивных, химических веществ, веществ, вступающих в реакцию с водой и т.п.; данные о системе противопожарной защиты объекта, тактико-технических характеристиках систем автоматического обнаружения и извещения о пожаре, телевизионного наблюдения, автоматического оповещения и управления эвакуацией людей, водяного пожаротушения, автоматического пожаротушения, противодымной защитой и др.; сведения о характеристиках электроснабжения, отопления и вентиляции.
Прогноз развития пожара	В разделе «Прогноз развития пожара» указываются: обоснования не менее двух возможных мест возникновения пожара, которые определяются исходя из реальной обстановки; пути возможного распространения пожара; места возможных обрушений строительных конструкций и оборудования, взрывов аппаратов и сосудов, находящихся (работающих) под давлением, границы растекания горючих веществ и материалов; возможные зоны задымления и прогнозируемая концентрация продуктов горения; иные параметры возможного пожара.
Действия обслуживающего персонала (работников) объекта до прибытия пожарных подразделений	В разделе «Действия обслуживающего персонала (работников) объекта до прибытия пожарных подразделений» излагаются: инструкции на случай пожара для должностных лиц объекта; данные о дислокации аварийно-спасательных служб объекта, номера их телефонов, наличие другой связи с ними; наличие и порядок использования техники и средств связи объекта; организация обеспечения средствами индивидуальной защиты участников тушения пожара и эвакуируемых лиц.

Продолжение таблицы 2

1	2
Организация работ по спасению людей	В разделе «Организация работ по спасению людей» приводится: предполагаемая численность лиц, находящихся (работающих, находящихся) в объекте, сведения о местах нахождения и физическом состоянии людей (способность самостоятельно передвигаться и принимать решения); сведения об эвакуационных путях и выходах из здания, в т.ч. информация о предполагаемом сосредоточении людей в помещениях, порядке проведения спасательных работ и привлекаемой для этих целей техники и оборудования, порядке оказания первой помощи пострадавшим. В ПТП для учреждений дошкольного и школьного образования, учреждений здравоохранения и иных организациях, помещения, в которых в ночное время на постоянной основе размещаются люди, выделяют красным цветом. В указанные ПТП включается вкладыш, в который ежесуточно вносятся данные о численности людей в ночное время. На лицевую сторону таких ПТП по диагонали, справа налево наносят красную полосу шириной 10-15 мм.
Организация тушения пожара подразделениями пожарной охраны	В разделе «Организация тушения пожара подразделениями пожарной охраны» приводятся: выписка из расписания выездов подразделений пожарной охраны, в части, касающейся объекта; рекомендуемые средства и способы тушения пожара; расчет необходимого количества сил и средств; организация тушения пожаров при различных вариантах его развития, определяется на основании раздела «Прогноз развития пожара»; расчетные и справочные данные, необходимые для обеспечения управления действиями подразделений пожарной охраны при пожаре: рекомендации РТП, должностным лицам штаба тушения пожара и тыла на пожаре о действиях при пожаре (исполняются во влагозащищенном виде).
Организация взаимодействия подразделений пожарной охраны со службами жизнеобеспечения	В разделе «Организация взаимодействия подразделений пожарной охраны со службами жизнеобеспечения» приводятся следующие данные: инструкции о порядке взаимодействия подразделений пожарной охраны со службами жизнеобеспечения объекта, муниципального образования и другими организациями, привлекаемыми к действиям по тушению пожара; схема (схемы) обмена информацией с вышеназванными службами и организациями, с указанием необходимых телефонов, радиочастот и позывных.

Продолжение таблицы 2

1	2
Требования охраны труда	В разделе «Требования охраны труда» указываются: требования охраны труда в прогнозируемых условиях особой опасности для личного состава при тушении пожара на объекте (в непригодной для дыхания среде, при неблагоприятных климатических условиях, при радиоактивном или химическом загрязнении и т.д.).
Учет использования ПТП	В разделе «Учет использования ПТП» излагаются: сведения о применении ПТП на пожарах, при проведении занятий с личным составом, а также отметки об отработке и корректировке.
Графическая часть	Графическая часть ПТП включает в себя: план-схему объекта на местности (генплан), с указанием разрывов до соседних зданий и строений, с нанесением дорог и проездов, водоисточников, которые можно использовать при тушении пожара, их характеристик, расстояния до водоисточников по маршрутам прокладки рукавных линий, вариантов рациональной расстановки пожарной техники; поэтажные планы, разрезы, на которых отражаются конструктивные, объемно-планировочные и технологические особенности, места расположения и управления системой противопожарной защиты, отключения электроэнергии, наличие лифтов, эвакуационные выходы из помещений и т.д.; схемы возможного развития пожара; математические расчеты, таблицы вспомогательных цифровых данных; схемы развертывания подразделений пожарной охраны с указанием количества пожарных стволов (ручных, стационарных), которые можно подать от пожарных автомобилей, установленных на ближайшие к месту пожара водоисточниках; схемы организации заправочного пункта у водоемов и снабжение водой пожарных автомобилей, осуществляющих подачу воды для целей пожаротушения, способами "перекачки" и (или) "подвоза"; схемы организации связи на сложном объекте (при необходимости); иные расчетные и справочные материалы (при необходимости).

ПТП предусматривает действия должностных лиц пожарных подразделений в отношении организации эвакуационно-спасательный процессов, которые отражены в таблице 3 (на основании анализа нормативных требований и публикаций авторов [35]).

Таблица 3 – Действия должностных лиц пожарных подразделений в отношении организации эвакуационно-спасательный процессов

Должностное лицо ПЧ	Действия должностных лиц пожарных подразделений в отношении организации эвакуационно-спасательный процессов
1	2
Действия ГДЗС	Первое прибывшее подразделение ПСЧ: 1 Производит разведку пожара. 2 Первое отделение ПСЧ звеном ГДЗС приступает к эвакуации людей, находящихся в зоне задымления. 3 Второе отделение ПСЧ устанавливает трехколенную лестницу у окон, где необходима эвакуация людей с помощью лестницы. 4 Водитель производит установку автолестницы в месте необходимом для эвакуации с верхних этажей здания. Второе прибывшее подразделение ПСЧ: 1 Принимают участие в спасании людей совместно с личным составом ПСЧ. Пожарные подразделения по прибытии к месту пожара в случае необходимости немедленно приступают к спасанию людей с привлечением максимально возможного количества сил и средств. Одновременно, оценив обстановку по внешним признакам, РТП должен решить вопрос о необходимости вызова дополнительных сил и средств, размер которых должен соответствовать оценке опасности дальнейшего распространения огня и дыма, объему аварийно-спасательных работ. Решающим фактором успешного проведения спасательных работ является быстрое сосредоточение необходимых сил и средств. В зависимости от обстановки на пожаре и психологического состояния людей, находящихся в горящем здании, пожарные подразделения организуют и проводят спасание и эвакуацию людей, следующими способами: Эвакуация людей по лестничным клеткам; Вывод (вынос) людей в безопасные места, внутри или вне здания; Спасание людей с применением специальной пожарной техники, спасательных устройств, оборудования и различных технических приспособлений. В связи с тем, что дети не могут самостоятельно принимать решения в нестандартных ситуациях, своевременность и полнота их эвакуации из здания, в случае необходимости, до прибытия пожарных подразделений полностью зависит от правильных и своевременных действий сотрудников школы. Для обеспечения эвакуации детей из помещений здания необходимо использовать основные и запасные выходы на улицу.
Действия НШ	Организовать работу оперативного штаба тушения пожара; поддерживать непрерывную связь с ЦППС и периодически сообщать о принятых решениях и об обстановке на пожаре; постоянно изучать обстановку на пожаре путем непрерывной разведки; вести оперативную документацию; вызвать при необходимости спецслужбы города и организовать с ними взаимодействие; докладывать РТП и сообщать диспетчеру гарнизона оперативную информацию об обстановке на пожаре; организовывать доведение указаний РТП до соответствующих участников тушения пожара.

Продолжение таблицы 3

1	2
Действия РТП	Организовать разведку пожара, установить места возможного нахождения людей, определить существующую им угрозу, а также пути и способы спасания; определить решающее направление ведения боевых действий; организовать штаб пожаротушения и определить его место; через НШ включить в состав штаба пожаротушения администрацию объекта. Поставить задачу НШ на расстановку сил и средств, в соответствии с принятым решением; назначить ответственного за ТБ; организовать участки тушения пожара и поставить задачу каждому НУТП; разведку проводить непрерывно, путем наблюдения и получения сведений от НШ и НУТП; организовать эвакуацию людей и материальных ценностей; организовать связь на пожаре; обеспечивать бесперебойную подачу огнетушащих веществ; сообщать диспетчеру гарнизона необходимую информацию об обстановке на пожаре; обеспечивать выполнение правил охраны труда и техники безопасности, доводить до участников тушения пожара информацию о возникновении угрозы для их жизни и здоровья.
Действия НТ	Организовать разведку водоисточников; организовать подвоз воды к месту пожара автоцистернами, создать пункты заправки и расходования огнетушащих веществ; организовать встречу и расстановку машин согласно принятым решениям; обеспечить использование пожарной техники на полную мощность, обеспечить бесперебойную подачу воды на пожар; обеспечить своевременное снабжение пожарной техники ГСМ; сосредоточивать резерв сил и средств, необходимый для тушения пожара; обеспечивать бесперебойную подачу огнетушащих веществ.
Общие требования	При спасании людей и имущества на пожаре оперативные должностные лица обязаны определить порядок и способы спасания людей в зависимости от обстановки и состояния людей, которым необходимо оказать помощь, предпринять меры по защите спасаемых от опасных факторов пожара. Работы по спасанию проводятся быстро, но с соблюдением предосторожностей, чтобы не были причинены повреждения и травмы спасаемым людям. Во всех случаях, когда проводятся спасательные работы, должностные лица одновременно с развертыванием сил и средств организуют вызов скорой медицинской помощи, даже если в данный момент в ней нет необходимости. До прибытия на пожар медицинского персонала первую доврачебную помощь пострадавшим, в установленном порядке, оказывает личный состав подразделений ФПС.

Вывод

Таким образом, установлен нормальный порядок действия должностных лиц пожарных подразделений в отношении организации эвакуационно-спасательный процессов, что позволят определить первоочередные задачи спасательных операций и борьбы с пожаром.

Вывод: представленные аналитические данные настоящей главы позволяют выделить следующие факторы, указывающие на целесообразность исследования:

- специфика пожарной обстановки на объектах массового пребывания людей (МФЦ, ТРЦ) указывает на высокий риск смерти и травмирования посетителей в результате воздействия факторов пожара. Также существует риск неправильного ведения пожарно-спасательных эвакуационных процессов (знаковый случай – пожар ТРЦ «Зимняя вишня» (Кемерово), 25.03.2018).;
- требования по организации пожарно-эвакуационной деятельности пожарно-спасательных подразделений: в части организации и управления потоками людей – по СП 3.13130.2009 [56], НПБ 104-03 [24]; в части организации огневой борьбы с параллельно проводимыми поисково-спасательными и эвакуационно-спасательными процессам – по Положению [30], Боевому уставу, МУ [21];
- установлен нормальный порядок действия должностных лиц пожарных подразделений в отношении организации эвакуационно-спасательный процессов, что позволят определить первоочередные задачи спасательных операций и борьбы с пожаром.

2 Характеристика объекта исследования

2.1 Общая характеристика

Общая характеристика объекта представлена в таблице 4. Общий вид на рисунке 15.

Таблица 4 – Общая характеристика объекта исследований

Наименование параметра	Значение
1	2
Наименование объекта	Многофункциональный центр с апартаментами
Локация	город Челябинск, ул. Свободы, 4
Кадастровый номер земельного участка	74:36:0509006:33
Функциональное назначение по СП 400.1325800.2018 [59], СП 464.1325800.2019 [67], СП 306.1325800.2017 [57], СП 118.13330.2012* [43]	Многофункциональный центр с апартаментами, включающий в себя: конференц-зал на 150 человек; офисные помещения; тренажерный зал на 46 человек; ресторан на 150-250 мест; на 4-16 этажах располагаются апартаменты. С4 по 14 этаж по 7 квартир-студий, на 15 этаже 3 квартиры, на 16 этаже 2 квартиры студии свободной планировки; административно-бытовые помещения (раздевальные с душевыми, санузлы для персонала и посетителей (в т.ч. для МГН), подсобные помещения, ИТП, вентиляционные помещения, помещения разгрузки, диспетчерская, помещение консьержа); крышная газовая котельная.
Общие объемно-пространственные решения по СП 400.1325800.2018[59], СП 464.1325800.2019 [67], СП 306.1325800.2017 [57], СП 118.13330.2012* [43]	Здание центра – односекционное, отдельно стоящее, с встроенно-пристроенными помещениями общественного назначения на первом - третьем этажах (стилобат) и подземной автостоянкой.
Общие объемно-планировочные решения по СП 400.1325800.2018 [59], СП 464.1325800.2019 [67], СП 306.1325800.2017 [57], СП 118.13330.2012* [43]	Количество этажей – 17. В подвальном этаже размещены технические помещения и автостоянка. Площадь застройки – не более 2500 м^2 (площадь апартаментов на этаже – не более 500 м^2, на 16 этаже – не более 600 м^2).
Основные нормы проектирования	СП 400.1325800.2018 [59], СП 464.1325800.2019 [67], СП 306.1325800.2017 [57], СП 118.13330.2012* [43]
Категория объекта по взрывопожарной и пожарной опасности согласно СП 12.13130.2009 [44]	Д
Уровень ответственности по 384-ФЗ	Нормальный
Класс сооружения по ГОСТ 27751-2014 [8]	КС-2

Продолжение таблицы 4

1	2
Базовое конструктивное исполнение	Монолитный железобетонный каркас по СП 63.13330.2018с, СП 430.1325800.2018 [62], СП 435.1325800.2018 [63], СП 52-103-2007 [72], СП 70.13330.2012 [75]. Прочие решения строительных систем. Фундаменты – свайные, буронабивные, с монолитными ростверками. Колонны – монолитные железобетонные. Стены – блоки из ячеистого бетона, кирпичные. Перекрытия – монолитные железобетонные. Перегородки – блоки из ячеистого бетона, кирпичные. Лестничные марши – монолитные железобетонные, сборные железобетонные.
Нормы пожарной безопасности	123-ФЗ [77], СП 112.13330.2011 [41], 384-ФЗ, Правила [46], СП 12.13130.2009 [44], СП 4.13130.2013 [58], СП 1.13130.2020 [38], СП 2.13130.2020 [50], 69-ФЗ [25]
Класс функциональной пожарной опасности по 123-ФЗ [77], СП 112.13330.2011 [41], 384-ФЗ, Правила [46], СП 12.13130.2009 [44], СП 4.13130.2013 [58], СП 1.13130.2020 [38], СП 2.13130.2020 [50], 69-ФЗ [25]	Класс функциональной пожарной опасности помещений – Ф 1.3 (жилые помещения, проектируемые по параметрам жилого здания коридорного типа (за исключением 16-го этажа), Ф 3.2 (помещения общественного питания), Ф 3.5 (помещения для посетителей организаций бытового и коммунального обслуживания), Ф 3.6 (физкультурно-оздоровительные комплексы и спортивно-тренировочные учреждения), Ф 4.3 (офисы), Ф 5.1 (технические помещения), Ф 5.2 (автостоянка). Проектируемое здание разделено на два пожарных отсека – автостоянка и остальная часть здания. Надземная часть здания объединена тремя лифтами, два из которых – панорамные (в высотной части здания со стороны наружной стены). На кровле здания расположена газовая котельная.
Класс конструктивной пожарной опасности по 123-ФЗ [77], СП 112.13330.2011 [41], 384-ФЗ, Правила [46], СП 12.13130.2009 [44], СП 4.13130.2013 [58], СП 1.13130.2020 [38], СП 2.13130.2020 [50], 69-ФЗ [25]	С0
Класс огнестойкости строительных конструкций по 123-ФЗ [77], СП 112.13330.2011 [41], 384-ФЗ, Правила [46], СП 12.13130.2009 [44], СП 4.13130.2013 [58], СП 1.13130.2020 [38], СП 2.13130.2020 [50], 69-ФЗ [25]	В1

Продолжение таблицы 4

1	2
Класс пожарной опасности строительных конструкций 123-ФЗ [77], СП 112.13330.2011 [41], 384-ФЗ, Правила [46], СП 12.13130.2009 [44], СП 4.13130.2013 [58], СП 1.13130.2020 [38], СП 2.13130.2020 [50], 69-ФЗ [25]	К0
Класс по совокупности огнестойкости строительных конструкций по 123-ФЗ [77], СП 112.13330.2011 [41], 384-ФЗ, Правила [46], СП 12.13130.2009 [44], СП 4.13130.2013 [58], СП 1.13130.2020 [38], СП 2.13130.2020 [50], 69-ФЗ [25]	I
Нормы эксплуатации возводимого сооружения	СП 400.1325800.2018 [59], СП 464.1325800.2019 [67], СП 306.1325800.2017 [57], СП 118.13330.2012 [43], СП 255.1325800.2016 [54]

Рисунок 15 – Общий вид МФЦ (город Челябинск, ул. Свободы, 4).

Представленные характеристики МФЦ указывают на то, что исследуемый объект – сложноустроенные, многофакторный комплекс, исследования эвакуационных процессов для которого несут практический интерес.

2.2 Объёмно-планировочные и конструкционные решения

Объёмно-планировочные и конструкционные решения МФЦ (город Челябинск, ул. Свободы, 4) решаются согласно требованиям СП 400.1325800.2018 [59], СП 464.1325800.2019 [67], СП 306.1325800.2017 [57], СП 118.13330.2012* [43].

Климатогеографические условия строительного производства для проектируемого объекта формируются на основании СП 131.13330.2018 [45], СП 20.13330.2016 [51]:

- зона влажности – сухая;
- климатический район – IВ;
- вес снегового покрова – 210 кг/м^2– III район;
- расчетная температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки – минус 34.

За относительную отметку 0,000 принята отметка чистого пола первого этажа, что соответствует абсолютной отметке 213,00 м.

СПОЗУ решается в соответствии с требованиями СП 42.13330.2016 [60], СП 140.13330.2012 [47]: участок, проектируемого здания многофункционального центра с апартаментами, расположен в центральном районе г. Челябинска ул. Свободы, 4. Земельный участок имеет форму многоугольника, на участке будет производиться реконструкция недостроенного здания Офиса под Многофункциональный центр с апартаментами. Участок имеет равнинный рельеф с понижением к руслу реки Миасс. На данный момент благоустройство и внешний облик

территории строительства находится в крайне запущенном состоянии. Изменению подвергнется ландшафт района в целом. Концепция благоустройства центральной части района г. Челябинска носит ярко выраженный положительный характер, администрация города начинает реализацию проекта «Формирование комфортной городской среды» в городе Челябинске на 2018-2022 годы». Комплексным развитием города предусматривается рекреационная зона международного уровня для комфортного отдыха горожан и гостей Челябинска. Схема планировочной разработана на основании договора, технического задания, инженерных изысканий с учетом санитарных норм и противопожарных требований (ТЭП СПОЗУ представлен в таблице, СПОЗУ на рисунке 16).

С помощью объемно-планировочных и архитектурных решений здание проектируемого объекта делится на несколько зон, имеющие различное функциональное назначение и отличающиеся набором сопутствующих помещений [80].

На цокольном этаже располагаются: автопарковка на 53 машиноместа и технические помещения (рисунок 17).

Таблица 5 – ТЭП СПОЗУ

Технико-экономические показатели			
№ п/п	Наименование	Кол-во м2	%
1	Площадь участка (в границах земельного отвода)	6420	100
2	Площадь благоустройства	7240	-
3	Площадь застройки (в границах благоустройства)	2445	37
4	Площадь озеленения (в границах благоустройства)	1145 (1506)	20
5	Площадь покрытий (в границах благоустройства)	2830 (3184)	43

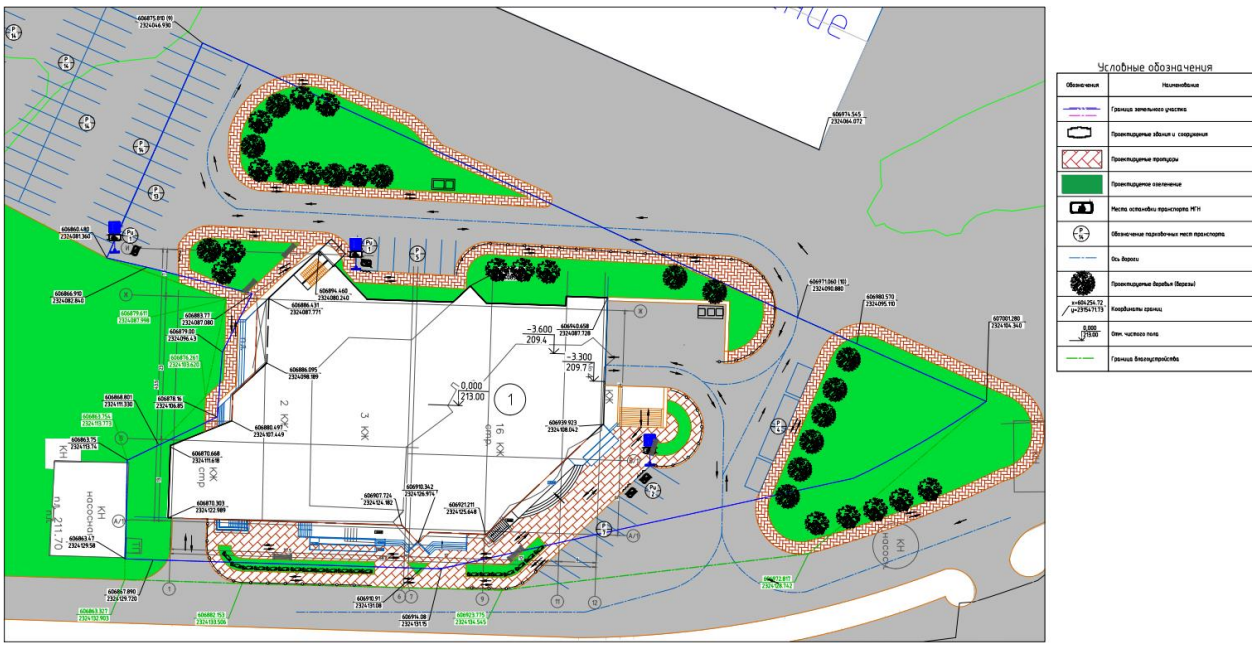


Рисунок 16 – СПОЗУ МФЦ (город Челябинск, ул. Свободы, 4)

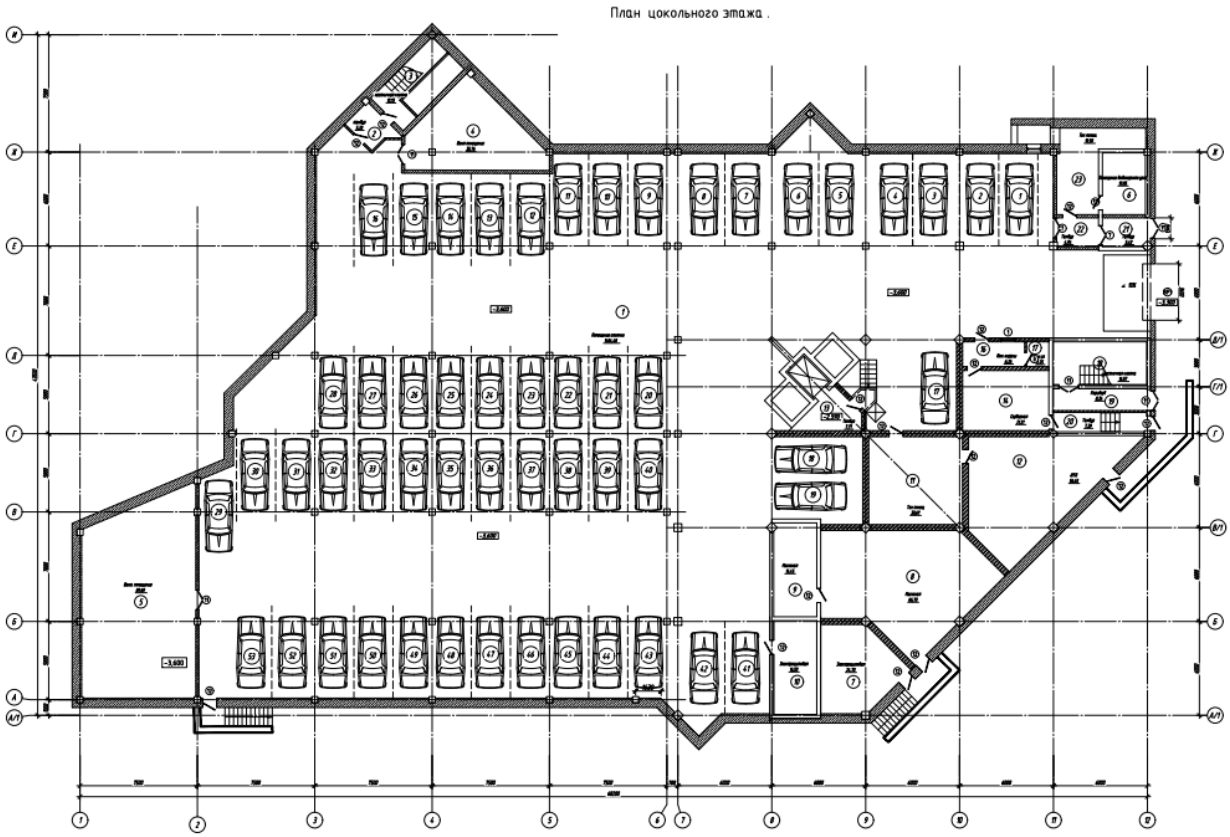


Рисунок 17 – Объемно-планировочные решения цокольного этажа

На первом этаже располагаются: конференц-зал для зрителей на 150 человек; 2 офисных помещения на 47 и 67 рабочих мест; тренажерный зал на 46 человек; административно-бытовые помещения (раздевальные с душевыми, санузлы для персонала и посетителей (в т.ч. для МГН с учётом СП 138.13330.2012 [46], СП 59.13330.2016 [73]), подсобные помещения, вентиляционные помещения, помещения разгрузки, диспетчерская, помещение консьержа (рисунок 18).

На втором этаже располагаются: ресторан на 256 мест; кухня ресторана, состоящая из производственных помещений: раздаточная, цех мучных изделий, моечная столовой посуды, кладовая сухих продуктов, моечная, охлаждаемые камеры с машинным отделением, кладовая бара, холодный цех, горячий цех, доготовочный цех, кладовая тары и инвентаря; административного помещения: кабинет заведующего производством; 2 офисных помещения на 47 и 41 рабочих мест; кабинет директора; включающий в себя сан. узел и душевую; санитарные узлы для рабочих и посетителей (рисунок 19).

На 4-16 этажах располагаются апартаменты. На каждом этаже по 7 квартир-студий (рисунки 21, 22).

Сообщения между 1-16 этажами и эвакуация осуществляются с помощью 2-х незадымляемых лестниц, между 1-3 этажами – 4 лестницами, между 1-2 этажами 6-ю лестницами (рисунки 23 – 25).

Здание оборудовано тремя пассажирскими лифтами с V=1.6 м/с: 1 лифт грузоподъемностью 1000 кг, предназначенный для перевозки пожарных подразделений, 2 лифта - 600 кг, с V=1.6 м/с.

На третьем этаже располагаются 4 офисных помещения на 27, 31, 44, 66 рабочих мест, сан. узлы для рабочих и посетителей (рисунок 20).

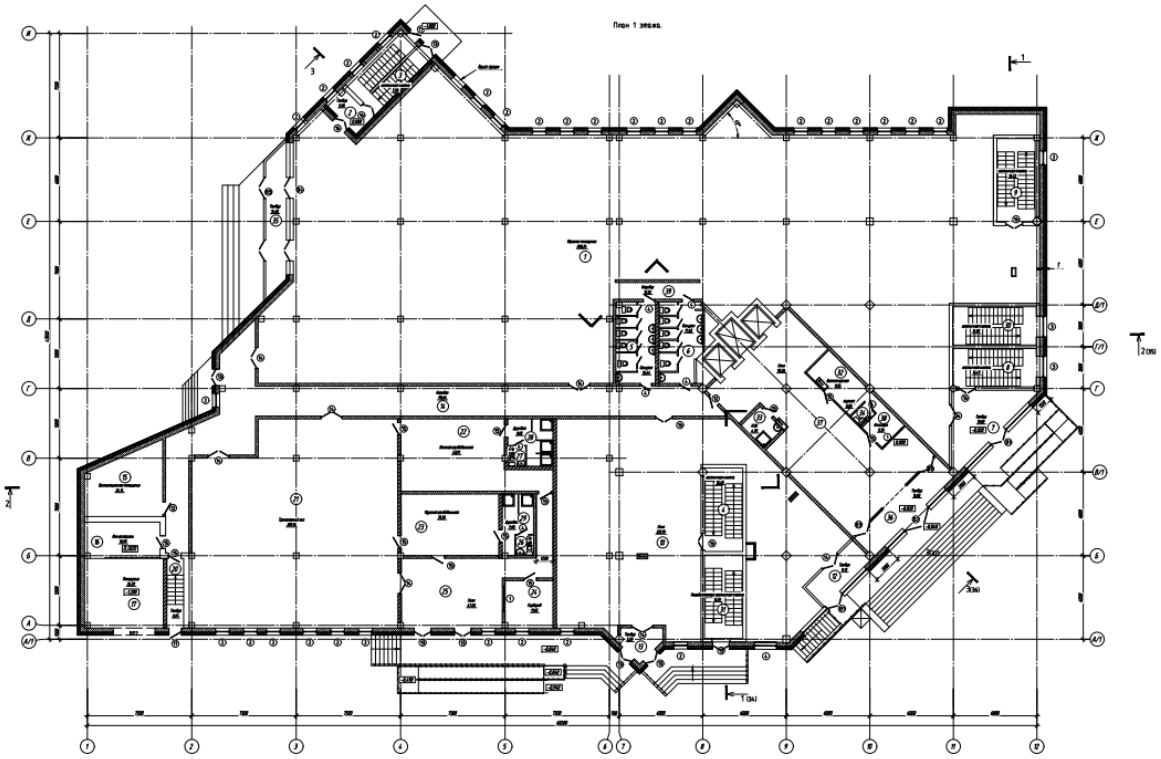


Рисунок 18 – Объемно-планировочные решения первого этажа

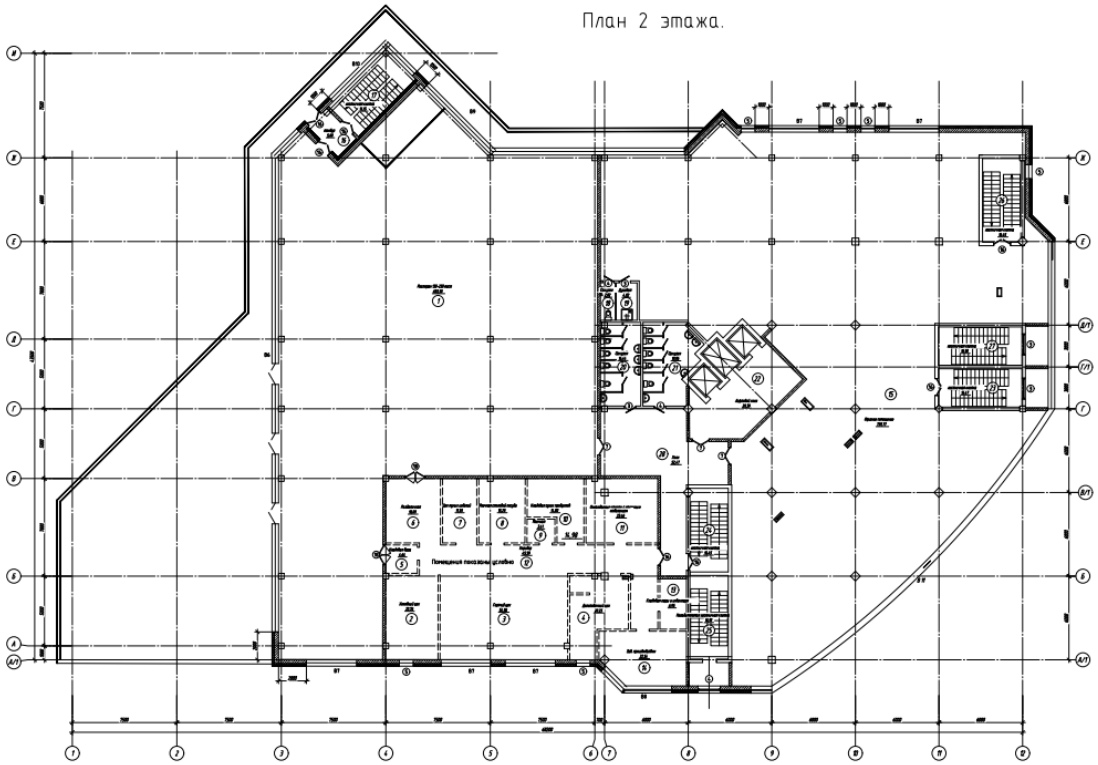


Рисунок 19 – Объемно-планировочные решения второго этажа

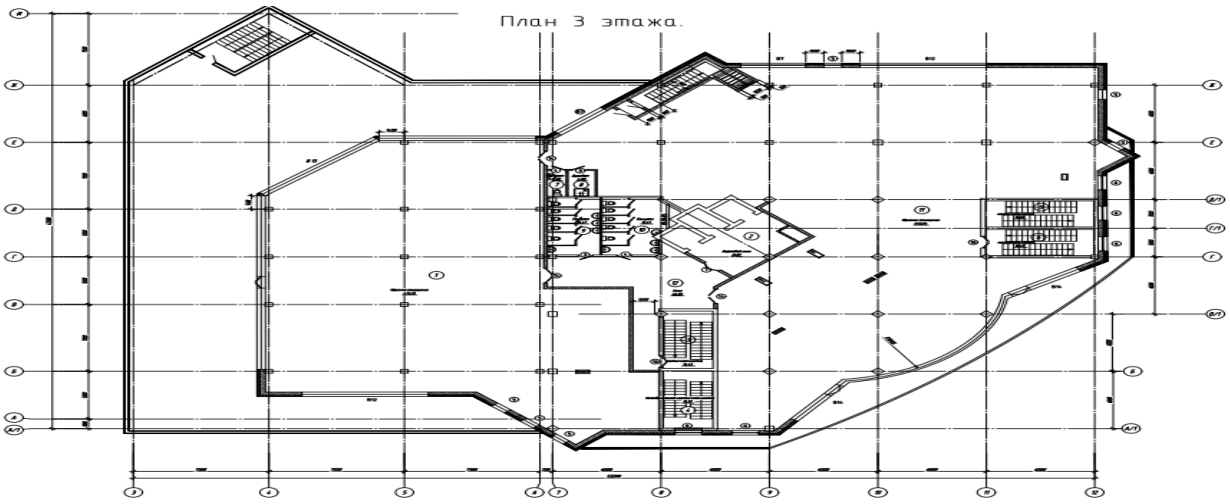


Рисунок 20 – Объёмно-планировочные решения третьего этажа

Кровля бесчердачная плоская, эксплуатируемая по СП 17.13330.2017 [49]. Водоотвод организованный, внутренний. На перепаде кровли предусмотрены пожарные лестницы типа П1. Выход на кровлю осуществляется по незадымляемой лестнице (рисунок 26).

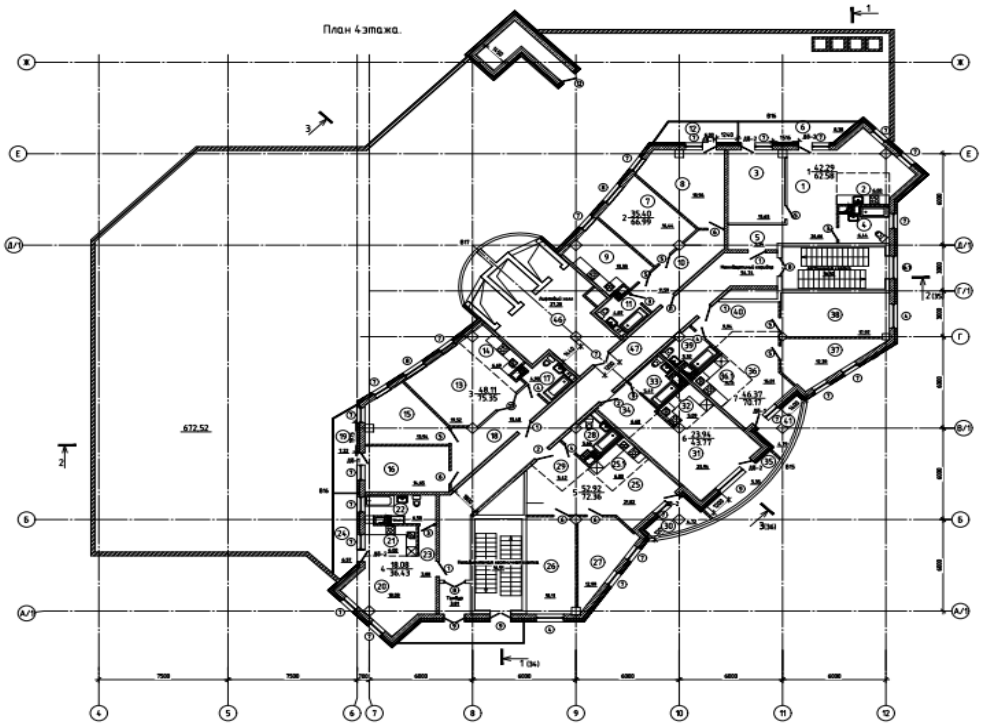


Рисунок 21 – Объемно-планировочные решения четвертого этажа

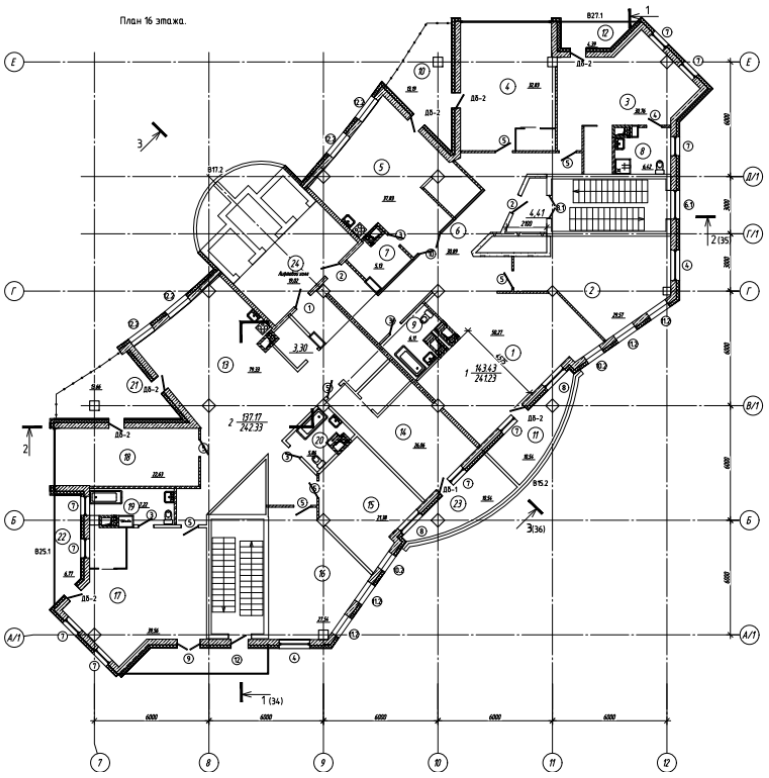


Рисунок 22 – Объемно-планировочное решение типового этажа (4 – 16)

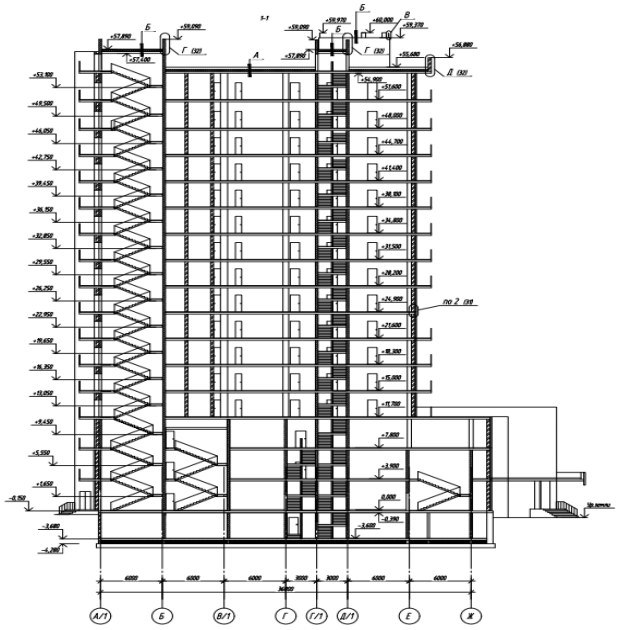


Рисунок 23 – Объемно-пространственные и конструкционные решения по разрезу 1-1

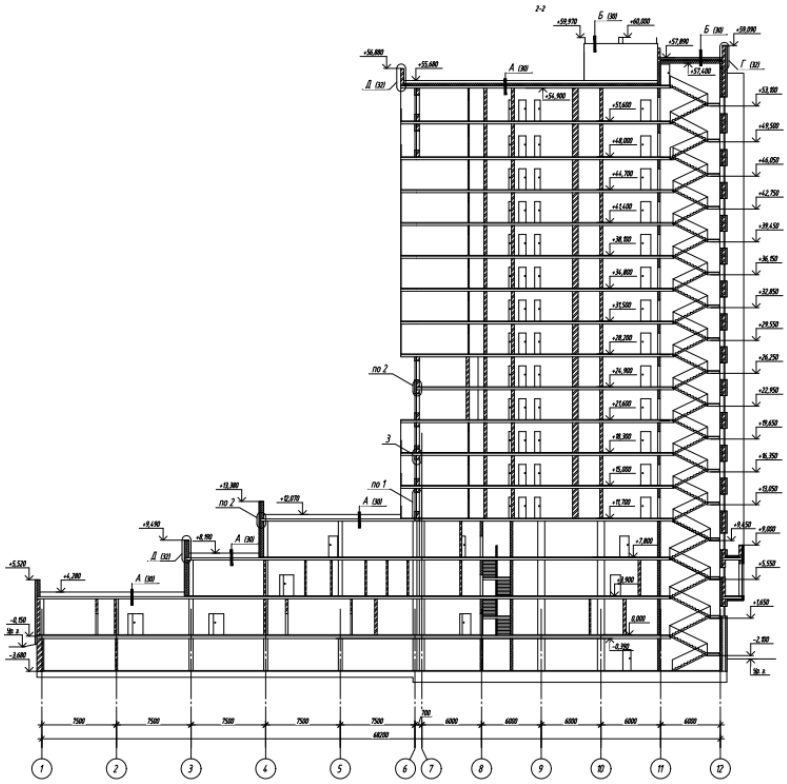


Рисунок 24 – Объемно-пространственные и конструкционные решения по разрезу 2-2

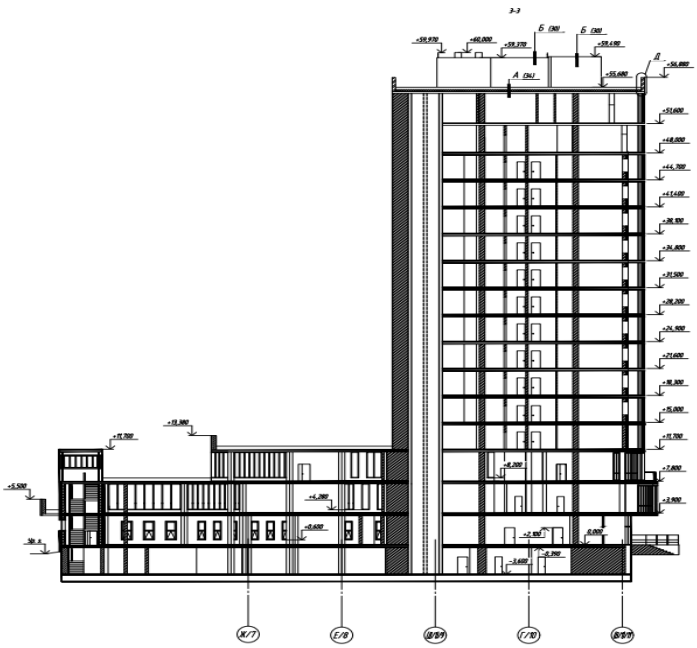


Рисунок 25 – Объемно-пространственные и конструкционные решения по разрезу 3-3

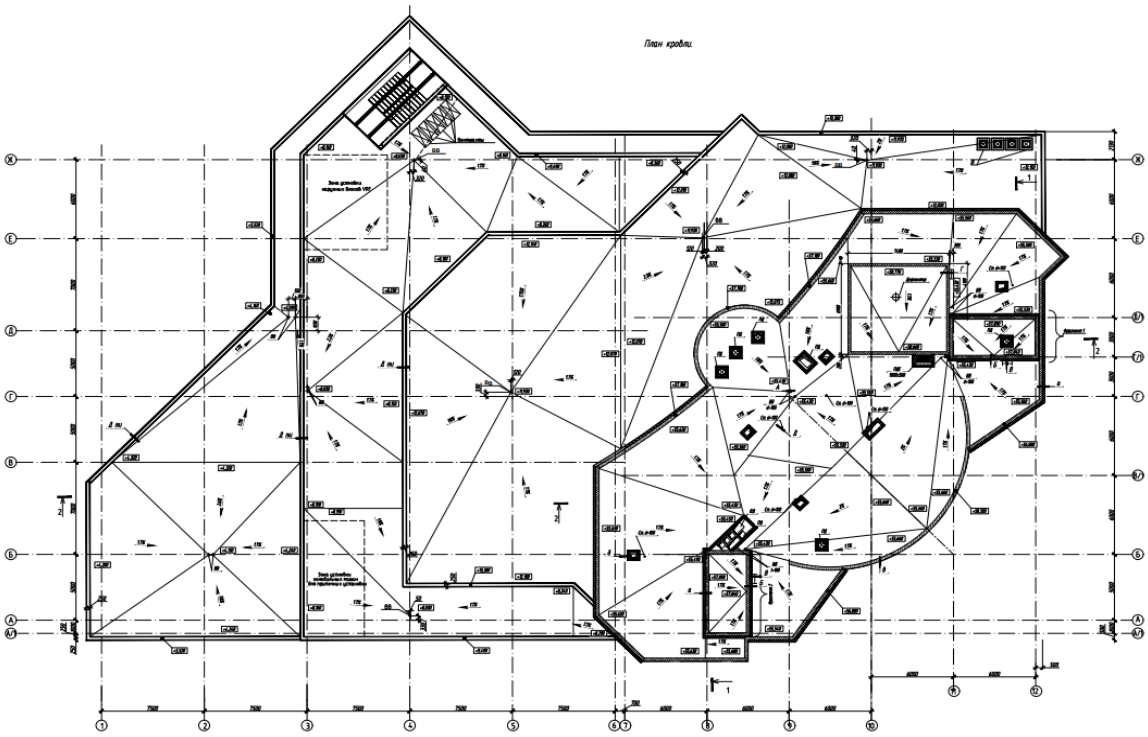


Рисунок 26 – Объемно-планировочные кровли

В каждой квартире предусмотрен выход в незадымляемую зону на балконе шириной 1,2 м.

Для обеспечения эвакуации применены следующие способы обеспечения противопожарной защиты в виде объемно-планировочных решений, направленных на обеспечение эвакуации людей до наступления предельно допустимых значений опасных факторов пожара (по СП 1.13130.2020) [38]:

- установлены количество, размеры и соответствующее конструктивное исполнение эвакуационных путей и выходов;
- определена возможность беспрепятственного движения людей по эвакуационным путям;
- установлены пожаробезопасные зоны для МГН (с учётом СП 138.13330.2012 [46], СП 59.13330.2016 [73]).

При входной группе жилого дома предусмотрен пандус для МГН (с учётом СП 138.13330.2012 [46], СП 59.13330.2016 [73], СП 140.13330.2012 [47]).

Здание каркасное выполнено из монолитных колонн, монолитных плит перекрытий, лестнично-лифтового узла по СП 63.13330.2018 [74], СП 430.1325800.2018 [62], СП 435.1325800.2018 [63], СП 52-103-2007 [72], СП 70.13330.2012 [75].

Фундаменты – свайные, буронабивные, с монолитными ростверками по СП 63.13330.2018 [74], СП 430.1325800.2018 [62], СП 435.1325800.2018 [63], СП 52-103-2007 [72], СП 70.13330.2012 [75], СП 45.13330.2017 [66], СП 22.13330.2016 [52], СП 24.13330.2011 [53].

Колонны монолитные по СП 63.13330.2018 [74], СП 430.1325800.2018 [62], СП 435.1325800.2018 [63], СП 52-103-2007 [72], СП 70.13330.2012 [75] переменного сечения 400×400 мм и 500×500 мм с подвала по 16-й этаж. Плиты перекрытия и кровли – монолитные толщиной 200 мм.

Наружные ограждения – легкие блоки из ячеистого бетона D600 толщиной 300 мм (по СП 15.13330.2012 с) с утеплением минераловатными плитами толщиной 150 мм, плотностью 145-175 кг/м^3, группа негорючести - НГ, оштукатуренные t=20 мм. Толщина наружных ограждающих конструкций принята в соответствии с СП 50.13330.2012 [71].

Внутренние стены лестничных клеток – монолитные (по СП 63.13330.2018 [74], СП 430.1325800.2018 [62], СП 435.1325800.2018 [63], СП 52-103-2007 [72], СП 70.13330.2012 [75]), толщиной 250 мм.

Внутренние перегородки выполнены из – легкие блоки из ячеистого бетона D500 толщиной 100, 150, 200 мм и керамический блок 10,7НФ толщиной 120 мм (по СП 15.13330.2012 [48]).

Кровля эксплуатируемая, с утеплением δ=220 мм по монолитной железобетонной плите (по СП 17.13330.2017 [49]).

Лестницы – сборные железобетонные ступени по ГОСТ 8717.1-2016 [11] и монолитные железобетонные по СП 63.13330.2018 [74]. Площадки лестниц – монолитные железобетонные по СП 63.13330.2018 [74], СП

430.1325800.2018 [62], СП 435.1325800.2018 [63], СП 52-103-2007 [72], СП 70.13330.2012 [75]).

Окна административных помещений, лестничных клеток, фойе, коридоров, вестибюлей – оконные блоки из алюминиевого профиля с двойным стеклопакетом (ГОСТ 23747-2015 [7]).

Заполнение – двухкамерный стеклопакет (ГОСТ 30674-99 [9]).

Витражи (по СП 426.1325800.2018) [61], наружные двери – из алюминиевого профиля с двойным стеклопакетом (ГОСТ 23747-2015 [7]).

В оконных проемах устанавливаются оконные блоки с открывающимися створками для обеспечения возможности вентиляции, дымоудаления и уборки, с приведенным сопротивлением теплопередаче не менее 0,6 $м^2$×к/Вт.

Остекление витражей лоджий – алюминиевые профили со стеклом. Входные двери в здание - остекленные, в составе витража из алюминиевого профиля. Внутренние двери жилых помещений деревянные, внутренние двери коммерческих помещений из алюминиевого профиля, в противопожарных преградах противопожарные двери, технических помещений – металлические противопожарные. Двери на эвакуационных лестницах оборудованы устройствами самозакрывания (доводчиками) по СП 2.13130.2020 [50]. Удаление бытового мусора осуществляется непосредственно через контейнерную площадку с исключением устройства мусоропровода. ТЭП объемно-планировочных решений МФЦ представлены в таблице 6.

Таблица 6 – ТЭП объемно-планировочных решений МФЦ

Наименование параметра	Показатель
1	2
Количество секций	1
Количество этажей (включая подвал)	17

Продолжение таблицы 6

1	2
-этажность	16
Количество квартир	82
в том числе: - студий	15
- студий+1	11
- студий+2	35
-1-комнатных	9
-2х-комнатных	9
-3х-комнатных	1
-4х-комнатных	1
-5-комнатных	1
Площадь застройки, м	2 445
Строительный объем, м	61 847
в т.ч подземной части, м	8 615
в т.ч. надземной нежилой части (1-3 этаж), $м^3$:	19 865
в т.ч. надземной жилой части (4-16 этаж), $м^3$:	33 367
Общая площадь здания, в т ч, м	15 089,94
- ниже 0.000	1 934,77
- выше 11.700	8 062,08
- на отм. 0.000	1 956,86
- на отм. 3.900	1 850,56
- на отм. 7.800	1 285,67
Площадь жилого этажа, м	620,16
Общая площадь квартир (с учетом балконов), м	6 041,38
Площадь квартир (без учета балконов), м	5 408,52
Жилая площадь, м2	3 196,31
Площадь встроенных общественных помещений, $м^2$:	
офис 1 (1 этаж)	286,62
- офис 2(1 этаж)	407,23
- тренажерный зал	209,16
- ресторан	653,3
- офис 1 (2 этаж)	292,21
- офис 2 (2 этаж)	260,69
- офис 1 (3 этаж)	165,82
- офис 2 (3 этаж)	265,1
- офис 3 (3 этаж)	422,25
- офис 4 (3 этаж)	201,08
Степень огнестойкости	I
Класс конструктивной пожарной опасности	К0

Представленное описание МФЦ содержит исчерпывающие данные относительно объёмно-планировочных и конструкционных решений, выполненное с учётом нормативно-технического сопровождения НТД, действующей не территории Российской Федерации.

2.3 Пожарная характеристика объекта. Решения по эвакуации людей при пожарах

В соответствии с требованиями 123-ФЗ [77], ГОСТ 12.1.004-91 [2] безопасность объекта исследования (МФЦ (город Челябинск, ул. Свободы, 4) обеспечиваться следующими противопожарными инженерными системами:

- системой предотвращения пожара;
- системой противопожарной защиты;
- организационно-техническими мероприятиями.

Система предотвращения пожара на МФЦ обеспечивается применением пожаробезопасных строительных материалов, инженерно-технического оборудования, прошедших соответствующие испытания и имеющих сертификаты соответствия и пожарной безопасности, а также привлечением организаций, имеющих соответствующие допуски для проектирования специальных разделов, монтажа, наладки, эксплуатации и технического обслуживания противопожарных систем.

Система противопожарной защиты обеспечивается комплексным решением объемно-планировочных, конструктивных особенностей здания и применением средств автоматической пожарной сигнализации, пожаротушения, оповещения, ограничивающих распространение возможного пожара и обеспечивающих безопасную эвакуацию людей [17].

К организационно-техническим мероприятиям относится организация на объекте круглосуточного дежурства, осуществление контроля за соблюдением мер пожарной безопасности в здании, эксплуатацией и техническим состоянием систем противопожарной защиты [81].

Проектируемая система противопожарной защиты здания обеспечивает выполнение следующих условий:

- безопасность жильцов, сотрудников и посетителей, повышение эффективности действий пожарных подразделений по проведению

спасательных операций и тушению пожара в здании, ограничение материальных потерь от пожара;

- предотвращение распространения опасных факторов пожара из помещений с очагом пожара в смежные помещения, а также в поэтажные коридоры и холлы;
- обеспечение доступа пожарных подразделений во все помещения и создание условий для успешного тушения пожара.

Противопожарные разрывы между проектируемым зданием и другими зданиями приняты не менее нормативных. На расстоянии 50 м от здания не располагаются автозаправочные станции, резервуарные установки сжиженных углеводородных газов в соответствии с таблицами 15, 19 ФЗ-123 [77]. Также на расстоянии 100 м от здания не располагаются склады нефти и нефтепродуктов в соответствии с таблицей 12 123-ФЗ [77].

Расстояние от стены стилобата проектируемого здания в уровне первого этажа до существующего одноэтажного здания (объект культурного наследия) III степени огнестойкости предусмотрен не менее 5,4м, при этом стена стилобата выполняется глухой противопожарной 1-го типа. Расстояние от одноэтажного здания до стены второго этажа предусмотрено не менее нормативного. Покрытие кровли первого этажа стилобата выполняется из материалов НГ.

Водоснабжение здания запроектировано от кольцевой сети водопровода диаметром 200. Наружное пожаротушение здания составляет – 30 л/с, согласно требованиям СП 8.13130.2020 [76] табл.2*. Для наружного пожаротушения здания предусматривается два пожарных гидранта, расположенных с северной стороны проектируемого здания на расстоянии 11,1м и с северо-западной стороны здания на расстоянии 25,8 м (рисунок 27).

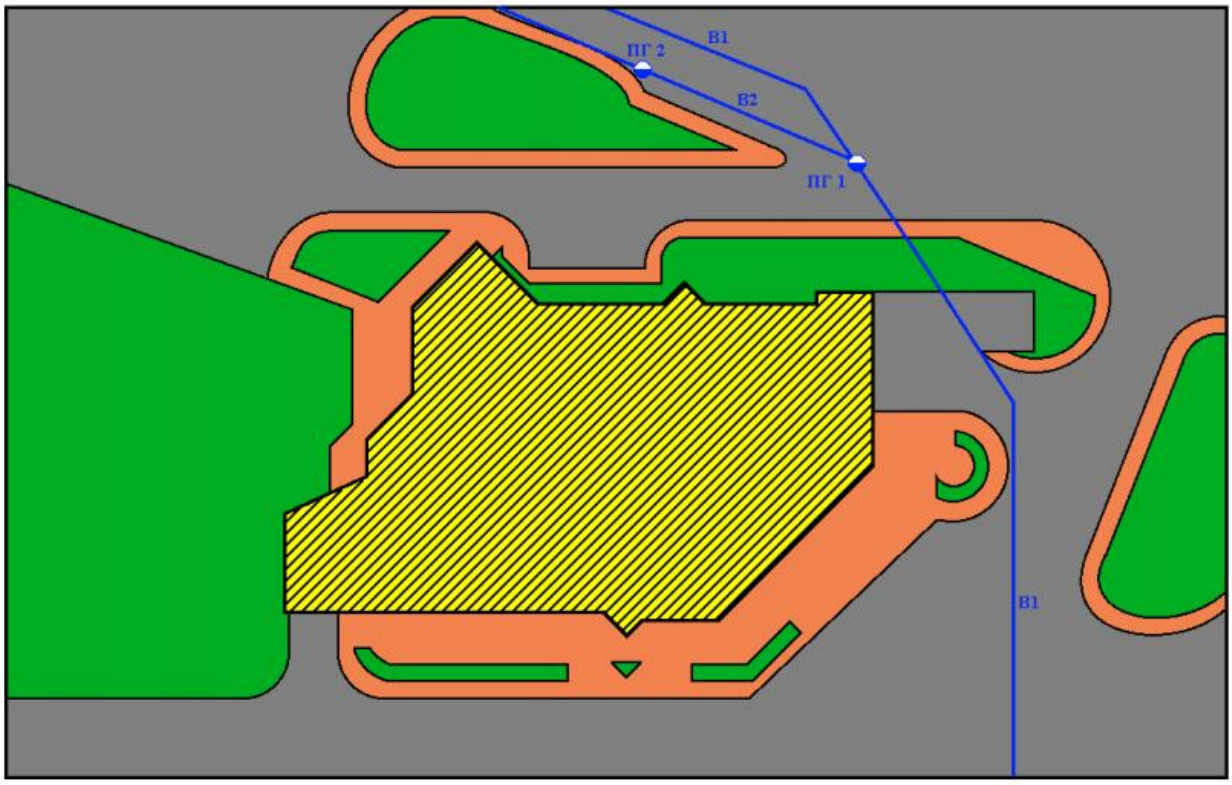


Рисунок 27 – Схема расположения гидрантов

Водоотдача водопроводной сети составляет (по СП 10.13130.2020) [39]:

$$Q^{к}_{сети} = ((D/25)\times V_{в})^2 = 64 \text{ л/с} \quad (1)$$

где

D – диаметр водопроводной сети, [мм];

25 – переводное число из миллиметров в дюймы;

Vв – скорость движения воды в водопроводе.

Объект расположен в районе выезда пожарной части № 1 ФГКУ 3 ОФПС по Челябинской области, расположенной в г. Челябинске, ул. Пушкина, 68. Расстояние составляет 1,8 км (по дорогам с твердым покрытием), расчетное время прибытия, при средней скорости движения 40 км/ч, составляет 2,7 мин, что соответствует требованиям ст. 76 123-ФЗ [77]. На вооружении пожарной части приняты автомобили основного назначения

– 3 единицы (автоцистерна АЦ-40 – 2 шт. и автолестница АЛ-30), АКП. Круглосуточно осуществляется дежурство личным составом государственной противопожарной службы по охране г. Челябинска.

На территорию объекта запроектировано два въезда (выезда) для пожарной техники (рисунок 28).

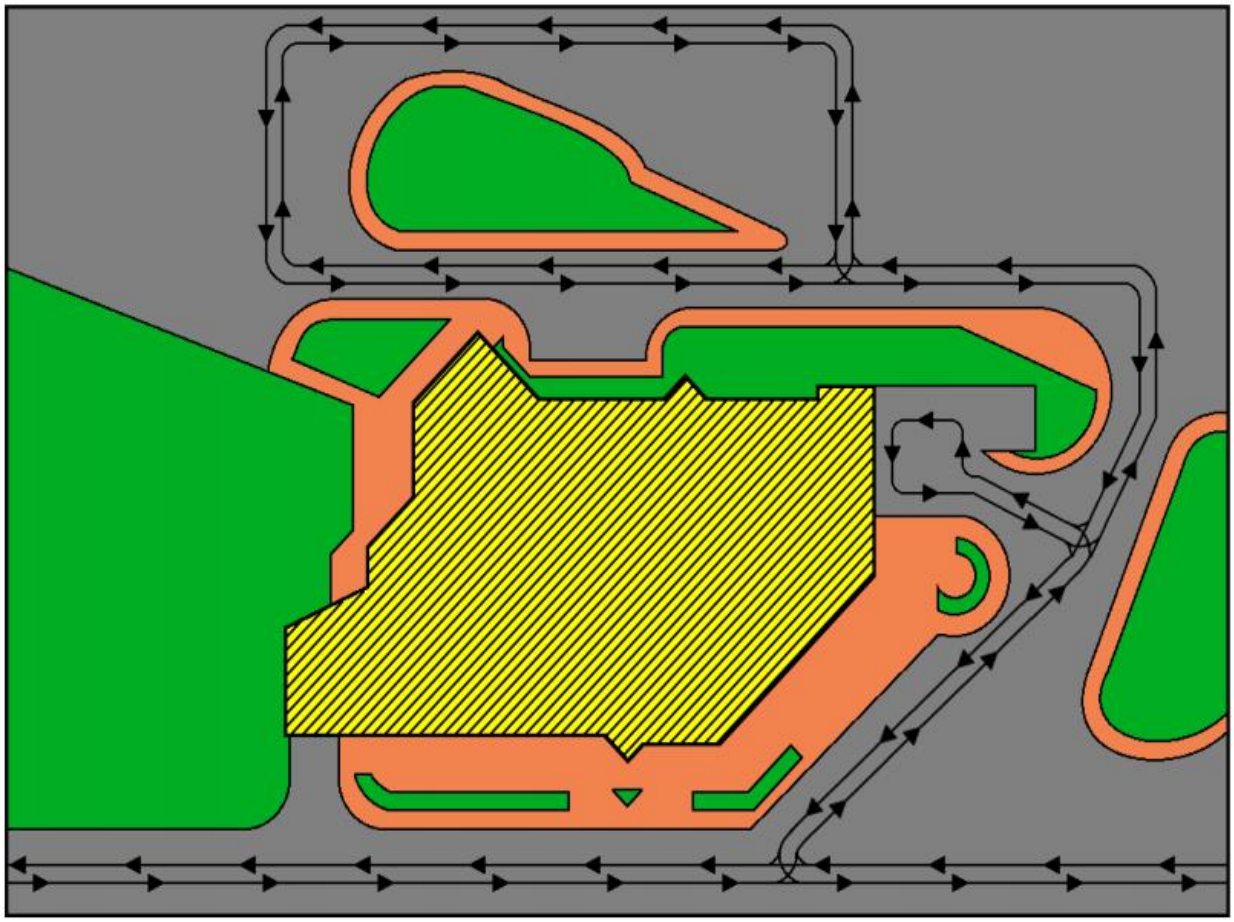


Рисунок 28 – Схема подъезда пожарной техники

Подъезд пожарной техники к зданию запроектирован с трех сторон здания, согласно требованиям по СП 4.13130.2013 [58], СП 42.13330.2016 [60].

Обеспечен подъезд пожарных автомобилей к эвакуационным выходам, к пожарным гидрантам, а также доступ пожарных подразделений в любые помещения (рисунок 29).

Ширина проездов для пожарной техники принята проектом не менее 6,0 м. Конструкция дорожной одежды проездов для пожарной техники предусмотрена с учетом нагрузки от пожарных машин по СП 4.13130.2013 [58], СП 42.13330.2016 [60].

Здание запроектировано 16-этажным (имеется подвал) и разделено на два пожарных отсека - автостоянка и остальная часть здания по СП 2.13130.2020 [50].

Надземная часть здания объединена тремя лифтами, два из которых – панорамные (в высотной части здания со стороны наружной стены). Лифт для перевозки пожарных подразделений (по ГОСТ Р 53296-2009) опускается в автостоянку (по СП 113.13330.2016) [42]. На кровле здания расположена газовая котельная. Пожарно-техническая высота здания – 61 м.

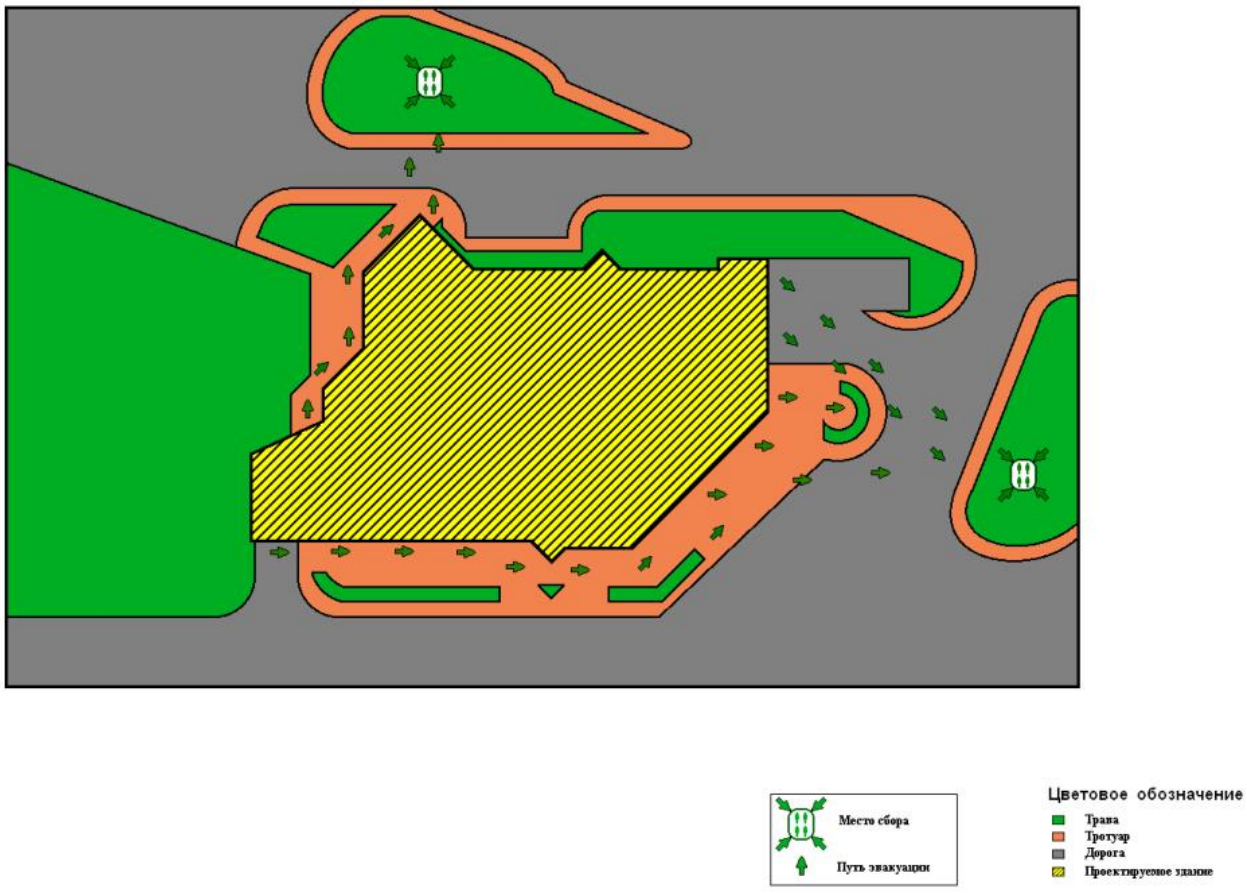


Рисунок 29 – Схема эвакуационных потоков людей на экстерьерном решении

Наружные стены предусмотрены в соответствии требований п. 5.4.18 СП 2.13130.2020 [50]. Участки наружных стен, имеющие светопрозрачные участки (оконные проемы и т. п) с ненормируемым пределом огнестойкости в местах примыкания к перекрытиям (междуэтажные пояса) выполнены глухими, высотой не менее 1,2 м. Предел огнестойкости данных участков наружных стен предусмотрен EI 45.

При проектировании в части здания светопрозрачных наружных стен в виде витражных конструкций (в местах отсутствия глухих участков у светопрозрачных наружных стен при примыкании к перекрытиям (междуэтажных поясов) высотой не менее 1,2 м), они выполняются из закаленного или армированного стекла толщиной не менее 6 мм с орошением спринклерными оросителями, расположенными на расстоянии не более 0,5 м от них, с шагом не более 2 м, присоединенными к внутреннему противопожарному водопроводу.

Кровля – плоская рулонная, частично – эксплуатируемая. Предусмотрено два выхода на кровлю шестнадцатого этажа из незадымляемых лестничных клеток через противопожарные двери 2-го типа.

Под зданием находится подвал для размещения автостоянки, технических помещений и для прокладки технических коммуникаций.

Пожарный отсек автостоянки отделяется от смежного пожарного отсека противопожарными стенами и перекрытием 1-го типа.

Технические, производственные и складские помещения, кроме помещений категорий В4 и Д, выделяются противопожарными перегородками 1-го типа и перекрытиями 3-го типа с соответствующим противопожарным заполнением проемов. Все противопожарные двери оборудованы устройствами для самозакрывания.

В соответствии со ст. 32 123-ФЗ [77] функциональная пожарная опасность помещений здания: Ф 1.3 (жилые помещения, проектируемые по параметрам жилого здания коридорного типа, за исключением 16-го этажа),

Ф3.2 (помещения общественного питания), Ф 3.5 (помещения для посетителей организаций бытового и коммунального обслуживания), Ф 3.6 (физкультурно-оздоровительные комплексы и спортивно-тренировочные учреждения), Ф 4.3 (офисы), Ф 5.1 (технические помещения), Ф 5.2 (автостоянка).

Степень огнестойкости – I.

Класс конструктивной пожарной опасности жилого здания – С0.

Пределы огнестойкости строительных конструкций для здания приняты в соответствии с требованиями табл. 21 123-ФЗ [77] (таблица 7).

Таблица 7 – Пределы огнестойкости строительных конструкций для здания

Наименование строительных конструкций	Предел огнестойкости, мин.	
	Требуемый	Принятый
Несущие элементы здания	R 120	R 120
Противопожарные стены 1-го типа, противопожарные перекрытия 1-го типа	REI 150	REI 150
Противопожарные перегородки 1-го типа	EI 45	EI 45
Противопожарные перекрытия 3-го типа	REI 45	REI 45
Наружные ненесущие стены	E 30	E 30
Перекрытия междуэтажные	REI 60	REI 60
Стены (перегородки), отделяющие внеквартирные коридоры от других помещений	REI (EI) 45	REI (EI) 45
Стены (перегородки) межквартирные	REI (EI) 30	REI (EI) 30
Настилы, Фермы, балки, прогоны	RE 30 R 30	RE 30 R 30
Лестничные клетки	-внутренние стены	REI 120
	-марши и площадки лестниц	R 60

Классы пожарной опасности строительных конструкций здания для класса пожарной опасности здания С0 приняты в соответствии с требованиями табл. 22 123-ФЗ [77], сведены в таблицу 8.

Таблица 8 – Классы пожарной опасности строительных конструкций здания для класса пожарной опасности здания С0

Вид строительных конструкций	Класс пожарной опасности конструкции, требуемый	Класс пожарной опасности конструкции, принятый
Несущие элементы здания	К0	К0
Стены наружные с внешней стороны	К0	К0
Стены, перегородки, перекрытия и бесчердачные покрытия	К0	К0
Стены лестничных клеток и противопожарные преграды	К0	К0
Марши и площадки лестниц в лестничных клетках	К0	К0

На уровне автостоянки вход в лифт (для перевозки пожарных подразделений) предусмотрен через тамбур-шлюз 1-го типа с подпором воздуха при пожаре без защиты его дренчерной завесой. Двери тамбур-шлюза предусмотрены в дымогазонепроницаемом исполнении. Автостоянка оборудована одним въездом/выездом.

Допускается размещение в автостоянке технических и вспомогательных помещений, обслуживающих смежный пожарный отсек. Данные помещения выделены перегородками с пределом огнестойкости EI 150 с устройством заполнения проемов противопожарными дверями первого типа. Эвакуация из данных помещений предусмотрена через помещения автостоянки.

Наружные светопрозрачные ограждающие конструкции панорамных лифтов (4-16 этажи) предусмотрены из закаленного (многослойного) стекла толщиной не менее 6 мм.

Кровля встроенно-пристроенной части на расстоянии 6м от высотной части здания выполняется из материалов НГ в соответствии с СП 400.1325800.2018 [59], СП 464.1325800.2019 [67], СП 306.1325800.2017 [57], СП 118.13330.2012* [43].

Пожарная безопасность обеспечивается использованием материалов конструкций стен, перекрытий, ограждающих конструкций с требуемыми пределами огнестойкости.

На стадии строительства предусмотрена необходимость представления документации, подтверждающей пределы огнестойкости применяемых строительных конструкций и классы пожарной опасности строительных конструкций, в т. ч. облицовки с внешней стороны фасадов.

Кровля здания бесчердачная, плоская, эксплуатируемая. Крышная котельная предусмотрена одноэтажной, II степени огнестойкости класса пожарной опасности С0. Кровельное покрытие здания под крышной котельной и на расстоянии 2 м от её стен выполняется из материалов НГ. Открытые участки газопровода прокладываются по наружной стене здания по простенку шириной не менее 1,5 м.

На подводящем газопроводе к котельной установлены:

- отключающее устройство с изолирующим фланцем на наружной стене здания на высоте не более 1,8 м;
- быстродействующий запорный клапан с электроприводом внутри помещения котельной;
- запорная арматура на отводе к каждому котлу или газогорелочному устройству.

В котельной предусмотрены легкосбрасываемые ограждающие конструкции, площадь которых определяется расчётом по ГОСТ Р 12.3.047-2012 [13].

Оконные стёкла в зданиях и помещениях топливоподачи предусматриваются одинарными и располагаются в одной плоскости с внутренней поверхностью стен.

Эвакуационные пути и выходы в здании устроены с учётом требований статьи 89 123-ФЗ [77], СП 1.13130.2020 [38].

Эвакуационные схемы представлены на рисунках ниже.

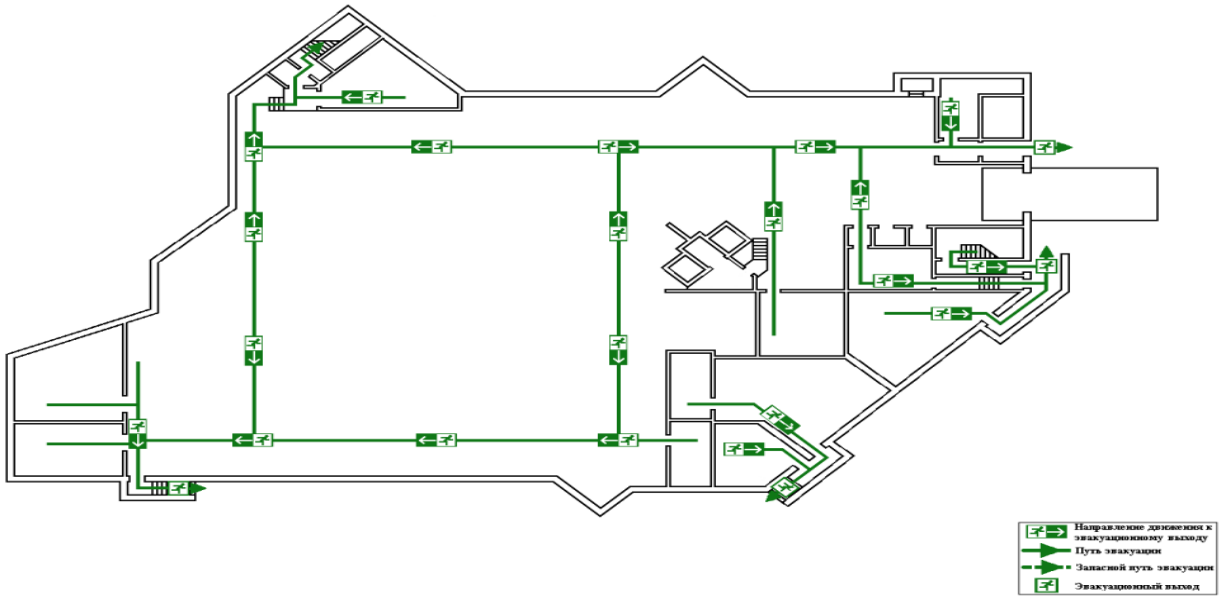


Рисунок 30 – Эвакуационная схема подвального помещения

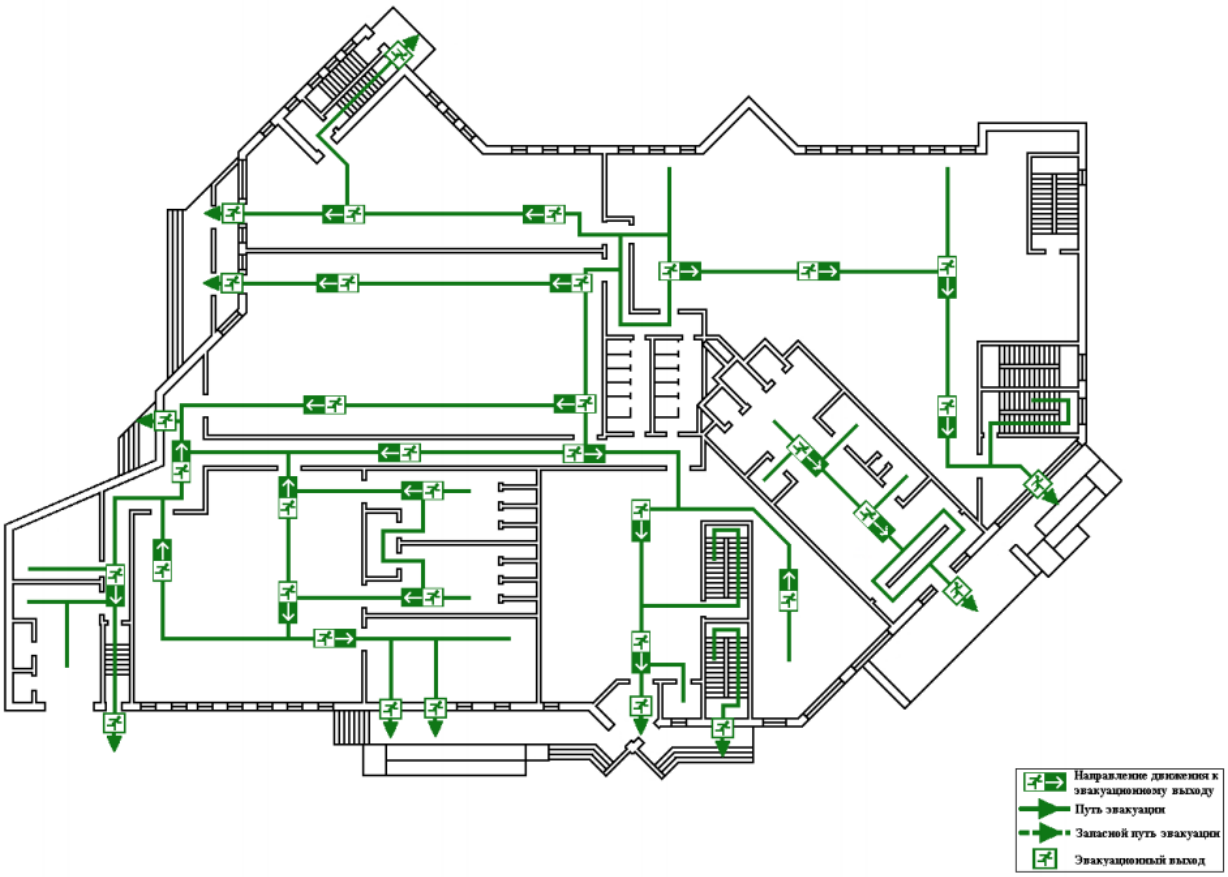


Рисунок 31 – Эвакуационная схема первого этажа

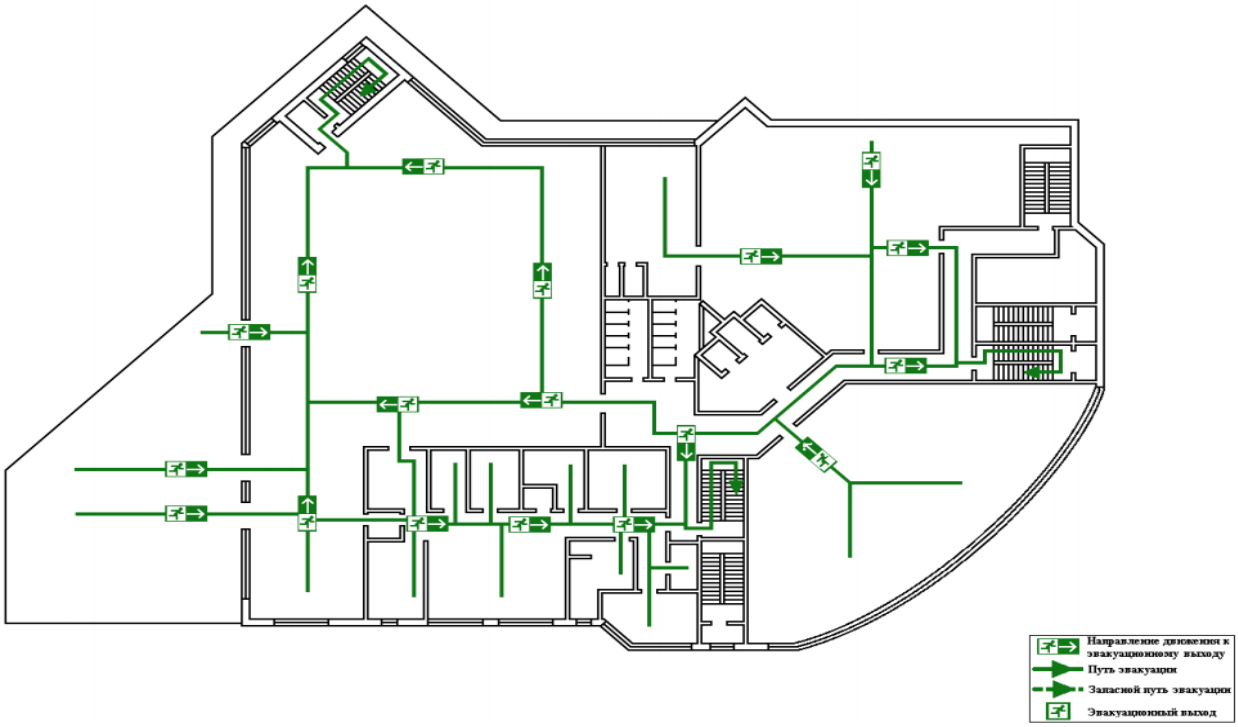


Рисунок 32 – Эвакуационная схема второго этажа

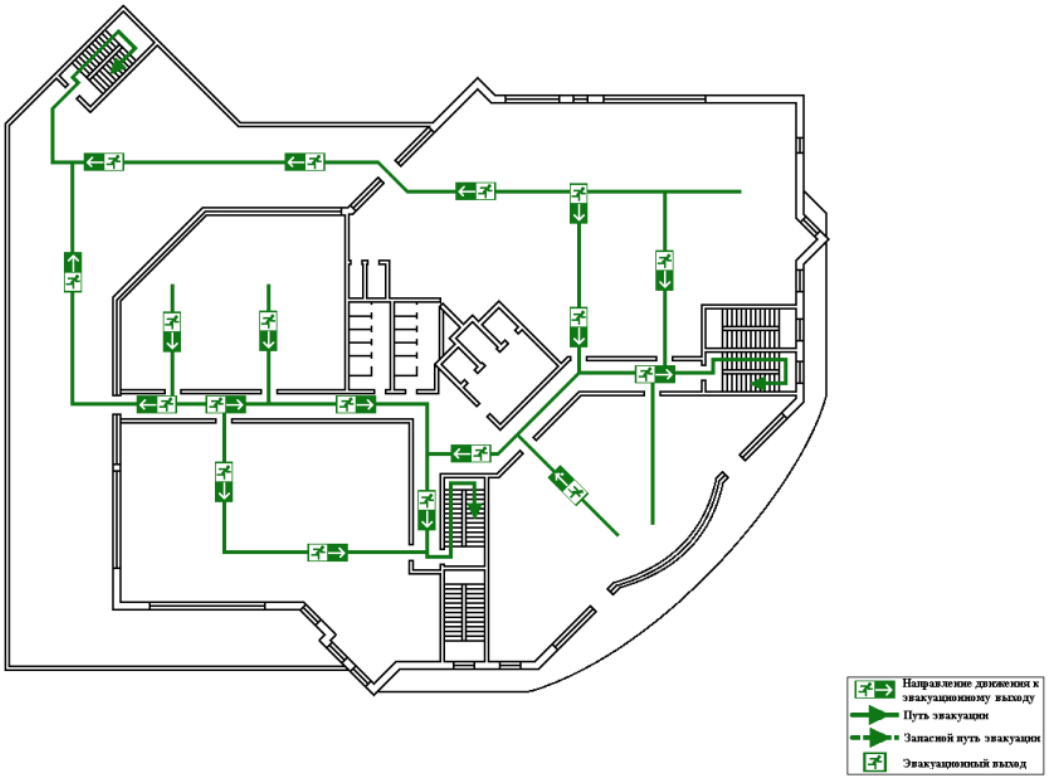


Рисунок 33 – Эвакуационная схема третьего этажа

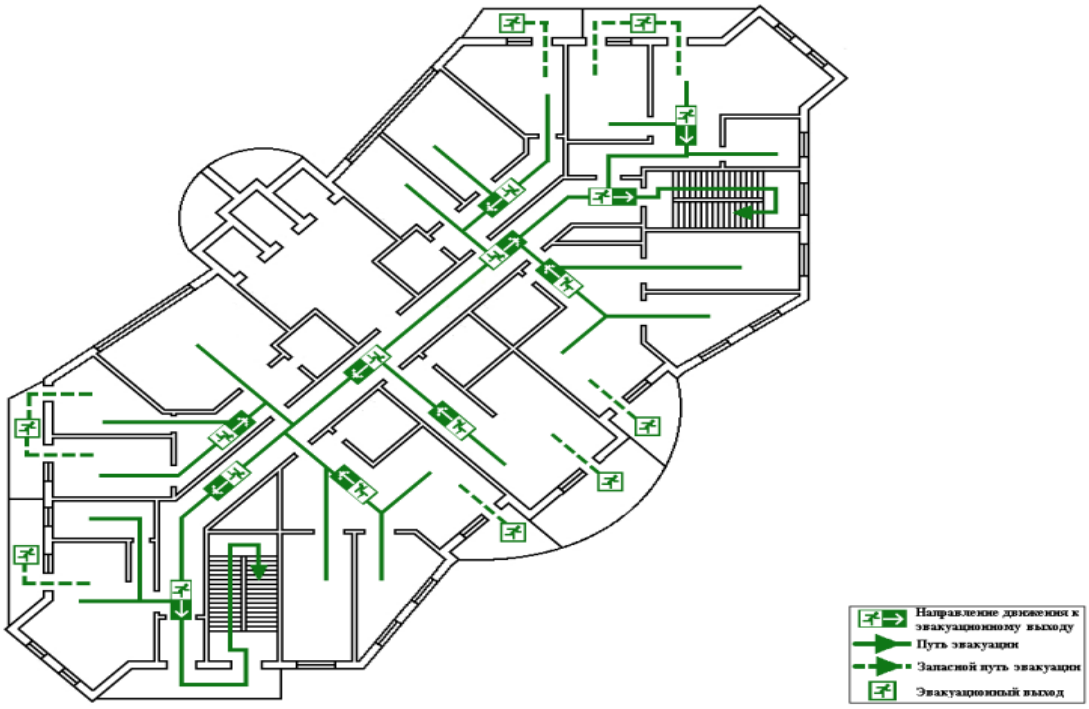


Рисунок 34 – Эвакуационная схема четвёртого этажа

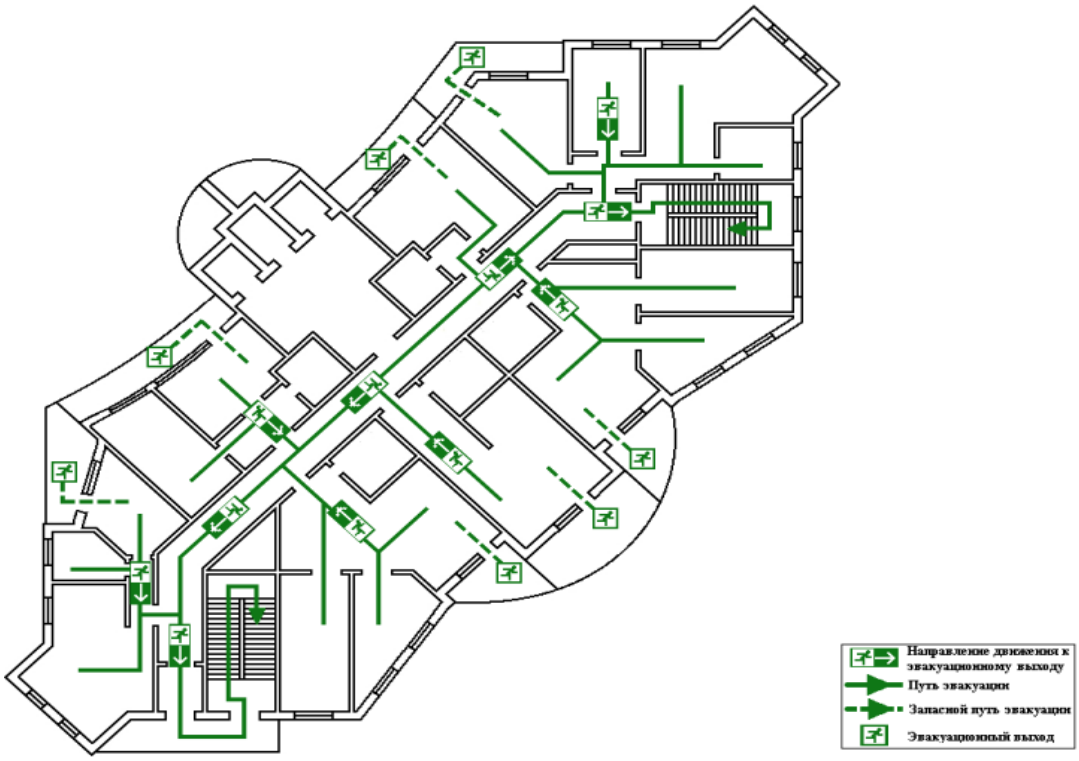


Рисунок 35 – Эвакуационная схема типового этажа

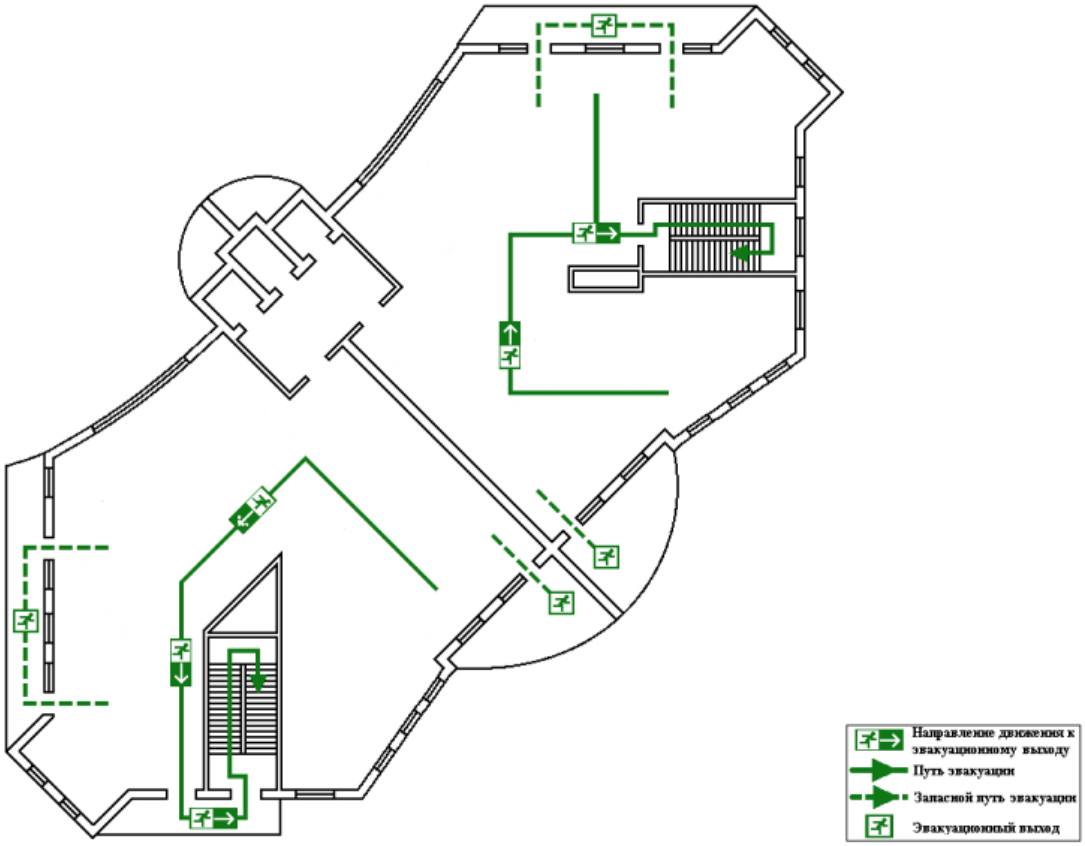


Рисунок 36 – Эвакуационная схема 16-го этажа

Эвакуация из высотной части здания (апартаменты) предусмотрена по двум незадымляемым лестничным клеткам – типа Н1 и типа Н2 (оси Г/1 – Д/1/11-12), из общественной части здания (1-3 этаж) – по лестничным клеткам типа Л1 и незадымляемой лестничной клетке типа Н2 (оси Б – В/1/8-9).

Апартаменты оборудованы аварийными выходами на балкон или лоджию с глухим простенком не менее 1,2 м от торца балкона (лоджии) до оконного проема (остекленной двери) или не менее 1,6м между остекленными проемами, выходящими на балкон (лоджию).

На 2 и 3 этажах в лифтовых холлах предусмотрены зоны безопасности для МГН. Данные зоны выполняются в соответствии с требованиями п.6.2.25-6.2.28 СП 59.13330.2016 [73].

Эффективность мероприятий по обеспечению безопасности людей при пожаре, принятые решения по путям эвакуации подтверждены расчетным путем по определению величин индивидуального пожарного риска.

Индивидуальный пожарный риск в здании не превышает одной миллионной в год (по МУ [27]), при этом:

- уменьшена ширина маршей части лестничных клеток до 1,14 м, ширина части лестничных площадок – до 0,85 м, ширина выходов в лестничные клетки – до 0,88 м, ширина выходов из автостоянки – до 0,9 м;
- выход из апартаментов на верхнем этаже здания (16 этаж) предусмотрен непосредственно в воздушную зону незадымляемой лестничной клетки типа Н1 и в незадымляемую лестничную клетку типа Н2;
- отсутствуют окна в наружной стене незадымляемой лестничной клетки типа Н1 и одной из лестничных клеток общественной части здания (первый-третий этаж);
- выходы из части офисных помещений не рассредоточены;
- увеличена длина пути эвакуации в автостоянке до 50 м;
- площадь световых проемов незадымляемой лестничной клетки типа Н2 (высотная часть здания) менее 1,2 м^2.

В незадымляемой лестничной клетке типа Н1 предусмотрены остекленные двери (с армированным стеклом). Лестничная клетка без окон общественной части здания предусмотрена незадымляемой типа Н2. Данные лестничные клетки, а также незадымляемая лестничная клетка типа Н2 (высотная часть здания) оборудуются эвакуационным освещением, запитанным по 1-й категории надежности электроснабжения.

В качестве дополнительных путей эвакуации с третьего этажа здания предусмотрены проходы по балкону (террасе) в лестничную клетку типа Л1.

В нежилых помещениях расстояние по путям эвакуации от дверей наиболее удаленных помещений (кроме уборных, умывальных, курительных, душевых и других обслуживающих помещений) до выхода наружу или в лестничные клетки предусмотрено согласно таблице 17 СП 1.13130.2020 [38].

Расстояние от дверей апартаментов до лестничных клеток предусмотрено согласно таблице 7 СП 1.13130.2020 [38].

Для лестничных клеток предусмотрено эвакуационное освещение в соответствии с требованиями СП 439.1325800.2018 [65].

Конструктивные решения лестничных клеток соответствуют требованиям, указанным в п. 5.4.16 СП 2.13130.2020 [50]. В наружных стенах лестничных клеток типа Л1 предусмотрены на каждом этаже окна, открывающиеся изнутри без ключа и других специальных устройств, с площадью остекления не менее 1,2 м^2. Устройства для открывания окон предусмотрены не выше 1,7 м от уровня площадки лестничной клетки.

На 4 этаже часть апартаментов имеют выходы на открытые террасы (эксплуатируемая кровля).

Дверные проемы в ограждающих конструкциях пожароопасных и технических помещений защищены противопожарными дверями с пределом огнестойкости не менее EI 30.

Из технических помещений и автостоянки, размещенных в подвале, предусмотрены обособленные от жилой и общественной части эвакуационные выходы непосредственно наружу или в лестничные клетки (статья 89 123-ФЗ [77]).

Облицовочные материалы и покрытие полов на путях эвакуации приняты согласно требованиям табл. 28 и 29 123-ФЗ [77]. Отделочные материалы на путях эвакуации приняты с учетом положений ст. 134 123-ФЗ [77].

По надежности электроснабжения здание относится к потребителям 2 категории, к потребителям 1 категории относятся: эвакуационное освещение,

система дымоудаления, приборы АПС, АУПТ, СОУЭ, ВПВ по СП 256.1325800.2016 [55].

Степень защиты светильников и электрооборудования принята в соответствии со средой помещений по СП 439.1325800.2018 [65].

Системы энергоснабжения учитывают требования противопожарных норм, в частности, световые указатели мест установки пожарных кранов и огнетушителей включаются автоматически при срабатывании систем пожарной автоматики по СП 5.1313070]2009 [70].

Проектом предусмотрены основная и дополнительная системы уравнивания потенциалов по СП 437.1325800.2018 [64].

Проектом предусмотрена молниезащита здания по СО 153-34.21.122-2003 [37].

Тушение возможного пожара и проведение спасательных работ обеспечиваются конструктивными, объемно-планировочными, инженерно техническими и организационными мероприятиями. К ним относятся:

- устройство пожарных проездов и подъездных путей для пожарной техники, совмещенных с функциональными проездами и подъездами или специальных;
- устройство противопожарного водопровода;
- противодымная защита путей следования пожарных подразделений внутри здания;
- размещение на территории поселения подразделений пожарной охраны с необходимой численностью личного состава и оснащенных пожарной техникой, соответствующей условиям тушения пожаров на объектах, расположенных в радиусе их действия.

Выбор этих мероприятий зависит от степени огнестойкости, класса конструктивной и функциональной пожарной опасности зданий.

В здании предусмотрен лифт для транспортирования пожарных подразделений.

Проезды для основных и специальных пожарных машин запроектированы в соответствии с требованиями СП 4.13130.2013 [58], СП 42.13330.2016 [60].

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

Выходы на кровлю 16 этажа предусмотрены из лестничных клеток через противопожарные двери второго типа.

Здание расположено в районе выезда пожарной части № 1 ФГКУ 3 ОФПС по Челябинской области, расположенной в г. Челябинске, ул. Пушкина, 68.

Расстояние составляет 1,8 км (по дорогам с твердым покрытием).

На территорию объекта запроектировано два въезда (выезда) для пожарной техники.

Подъезд пожарной техники к зданию запроектирован с трех сторон.

Обеспечен подъезд пожарных автомобилей к эвакуационным выходам, к пожарным гидрантам, а также доступ пожарных подразделений в любые помещения. Ширина проездов для пожарной техники принята проектом не менее 6,0 м.

Конструкция дорожной одежды проездов для пожарной техники предусмотрена с учетом нагрузки от пожарных машин.

Категория помещений по взрывопожарной и пожарной опасности в соответствии с положениями СП 12.13130.2009 [44]:

Подвальный этаж: автостоянка – В1, насосные – Д, электрощитовые – В4, технические помещения – Д, ИТП – Д, вентиляционные помещения – Д, серверная – В3.

Первый этаж: вентиляционные помещение – Д, КУИ – Д.

Второй этаж: горячий цех – В4, холодный цех – В4, доготовочный цех – В4, кладовая бара – В2, раздаточная – В4, цех мучных изделий – В4, моечная – Д, кладовая сухих продуктов – В2, охладительные камеры – Д, кладовая тары и инвентаря – В3.

Котельная – Г.

Согласно требованиям СП 5.13130.2009 [70] в здании выполнена защит автоматической пожарной сигнализацией всех нежилых помещений, кроме помещений:

- мокрыми процессами (душевые, санузлы, охлаждаемые камеры, помещения мойки и т.п.);
- венткамер, бойлерных и других помещений для инженерного оборудования здания, в которых отсутствуют горючие материалы;
- категории В4 и Д по пожарной опасности;
- лестничных клеток.

Помещения квартир оборудуются автономными оптико-электронными дымовыми пожарными извещателями и устройствами внутриквартирного пожаротушения. Межквартирные коридоры и лифтовые холлы защищаются АПС.

Автостоянка защищается системой автоматического пожаротушения согласно требованиям СП 5.13130.2009 [70], СП 485.1311500.2020 [69].

Согласно требованиям СП 5.13130.2009 [70], СП 484.1311500.2020 [68] здание оборудуется:

- системой автоматической пожарной сигнализации с выводом сигнала на пульт «01» (при технической возможности со стороны службы «01»);
- системой противодымной защиты;
- системой автоматического пожаротушения в автостоянке;
- системой оповещения и управления эвакуацией не ниже 3-го типа;
- наружным и внутренним противопожарным водопроводом;
- электроснабжением систем противопожарной защиты по 1-й категории надежности.

При срабатывании любого шлейфа пожарной сигнализации выдается сигнал на включение СОУЭ.

Автоматическая адресная установка пожарной сигнализации и система управления дымоудалением построена на базе интегрированной системы «Орион ПРО» (производство фирмы НВП «Болид», г. Королев). Система реализована на следующих приборах: пульт контроля и управления С2000М; прибор приемно-контрольный охранно-пожарной сигнализации «Сигнал-20П»; блок контрольно-пусковой С2000-КПБ; источники питания; блоки контроля и индикации С2000-БИ; контроллер двухпроводной линии связи С2000-КДЛ; блок сигнально-пусковой адресный С2000-СП2.

В нежилых помещениях применяется адресно-аналоговая пожарная сигнализация на основе «С2000-КДЛ». Для обнаружения возгорания применены адресные дымовые пожарные извещатели «ДИП-34А-03», кроме автостонки и производственных помещений ресторана, где применены тепловые извещатели «С2000-ИП-03». Вдоль путей эвакуации размещаются ручные адресные пожарные извещатели «ИПР 513-ЗАМ».

Для жилой части здания применяется пороговая сигнализация на основе системы ИСО «Орион». Для обнаружения возгорания применены дымовые пожарные извещатели «ИП 212-141М», кроме прихожих квартир, где применены тепловые извещатели «ИП 101-1А-А3». Вдоль путей эвакуации размещаются ручные пожарные извещатели «ИПР 513-10».

Во всех помещениях апартаментов, кроме санузлов и ванных комнат, предусмотрена установка автономных пожарных извещателей.

В нежилой части здания предусматривается система оповещения и управления эвакуацией 4-го типа на базе оборудования Inter-m.

В жилой части здания предусматривается система оповещения и управления эвакуацией 3-го типа на базе оборудования «Сибирский Арсенал».

Для оповещения людей о возникновении пожара предусматривается установка речевых оповещателей «Рокот-2». Сети оповещения прокладываются проводом КСРВнг-FRLS 2×0,8 (огнестойкий

однопроволочный 2×0,8 мм с низким дымо- и газовыделением). Управление звуковыми оповещателями выполняется от блоков С2000-КПБ.

Речевые оповещатели настенного исполнения установлены в коридорах, холлах, автостоянке, потолочные оповещатели установлены в кабинетах, ресторане, в помещениях с п/потолками, их расстановка и мощность обеспечивает необходимую слышимость во всех помещениях.

В соответствии с п. 7.2 СП 7.13130.2013 система вытяжной противодымной вентиляции предусмотрена из автостоянки, из коридоров и холлов жилой части здания, из зала ресторана без естественного проветривания, из офисных помещений без естественного проветривания. В соответствии с п.7.14 к) СП 7.13130.2013 для компенсации системы дымоудаления предусмотрены системы подпора воздуха.

Подача наружного воздуха при пожаре системами приточной противодымной вентиляции также предусмотрена:

- в шахты лифтов (при отсутствии у выходов из них тамбур-шлюзов, защищаемых приточной противодымной вентиляцией), установленных в зданиях с незадымляемыми лестничными клетками;
- в шахты лифтов с режимом «перевозка пожарных подразделений», предусматривая отдельные системы согласно ГОСТ Р 53296-2009;
- в незадымляемые лестничные клетки типа Н2;
- в тамбур-шлюз при выходе из лифта в помещение хранения автомобилей;
- в помещения безопасных зон.

Управление вентиляторами подпора воздуха и дымоудаления выполнено от шкафов ШКП. Шкафы установлены в элекрощитовой.

В проекте предусмотрено управление клапанами дымоудаления и подпора воздуха и выполнена сигнализация положения клапана. Сети управления клапанами дымоудаления прокладываются проводом КСРВнг-FRLS 2×0,8.

На воздуховодах в местах пересечения ограждающих конструкций с нормируемыми пределами огнестойкости установлены огнезадерживающие клапаны. Предел огнестойкости клапанов выполнен в соответствии с СП 7.13130.2013.

Электропитание систем противодымной вентиляции предусмотрено по 1-й категории надежности электроснабжения.

Для защиты от несанкционированного доступа в этажных шкафах пожарной сигнализации (ШПС) установлены охранные магнитоконтактные извещатели ИО102-20.

Питание цепей пожарной сигнализации осуществляется от источников питания РИП-12, установленных на этажах и обеспечивающих автономную работу системы пожарной сигнализации в течении 24 часов в дежурном режиме и 1 час в режиме «ПОЖАР».

Пульт управления «С2000М» формирует сигнал управления по линии связи на приборы «С2000-4», которые передают сигнал на включение вентиляторов подпора воздуха ПД и дымоудаления ДУ через шкафы управления ШКП.

Согласно требованиям п. 4.1.1 СП 10.13130.2020 [39] проектом предусмотрен внутренний противопожарный водопровод с расходом 2 струи по 2,5 л/с.

Пожарные краны устанавливаются на высоте 1,35 м над полом помещения и размещаются в шкафчиках, имеющих отверстия для проветривания, приспособленных для их опломбирования и визуального осмотра без вскрытия.

Каждый пожарный кран снабжен пожарным рукавом одинакового с ним диаметра длиной 20 м и пожарным стволом.

Свободные напоры у внутренних пожарных кранов обеспечивают получение компактных пожарных струй высотой, необходимой для тушения пожара в любое время суток в самой высокой и удаленной части здания.

Наименьшая высота и радиус действия компактной части пожарной струи приняты не менее 8 м.

В санузлах всех апартаментов предусмотрена установка устройства внутриквартирного пожаротушения, включающего в себя шаровый кран в качестве запорного устройства и гибкий латексированный рукав с распылителем, позволяющим подать воду в любую точку помещений.

Для насосных установок, подающих воду на противопожарные нужды, и электрифицированных задвижек на обводных линиях водомерных узлов принята первая категория надежности электроснабжения.

При поступлении сигнала «ПОЖАР» на приборы пожарной сигнализации производится открытие клапанов дымоудаления и подпора воздуха на этаже обнаружения пожара и включение вентиляторов дымоудаления и подпора, также производится запуск системы оповещения и управления эвакуацией на этаже пожара. Совместно с данными мероприятиями выдается сигнал на станции управления лифтами для передвижения кабин лифтов на первый этаж и блокировки их в данном положении. Сигнал о сработке пожарной сигнализации дублируется в помещение консьержа и охраны. Управление насосной станцией противопожарного водопровода выполнено от шкафа управления насосной станции противопожарного водопровода.

Запуск насосов осуществляется при падении давления в системе противопожарного водопровода. Управление насосами возможно в автоматическом и ручном режимах. Автоматический запуск насосной станции производится по сигналу от пульта управления С2000М., дистанционный – от РПИ у входа в помещение пожарной насосной станции.

Одновременно с сигналом автоматического или дистанционного пуска пожарных насосов, подается сигнал на открытие электрифицированных обводных задвижек водомерного узла.

При аварийном отключении или невыходе на рабочий режим основного насоса автоматически включается резервный насос.

Сигнал об авариях и сработке пожарной насосной станции передается в помещение консьержа и охраны средствами пожарной сигнализации.

Вывод

Пожарная характеристика объекта и описание решений по эвакуации людей при пожарах указывает на соблюдение нормативных требований проектных решений данного МФЦ, однако, с учётом сложноустроенности, многофакторности данного здания, необходимо выполнить исследование и моделирование потоков людей при эвакуации с целью принятия оптимальных решений по эвакуационно-спасательным процессам.

3 Разработка решений по повышению эффективности эвакуации людей при пожарах

3.1 Информационно-аналитические исследования в отношении поиска эффективных решений организации эвакуации людей при пожарах

С целью обеспечения полноты исследования заданного направления магистерской диссертации выполним информационно-аналитическое исследование в отношении поиска эффективных решений организации эвакуации людей при пожарах

Анализ публикаций авторов [16], позволяет получить сведения относительно современного уровня исследования проблематики повышения эффективности эвакуационно-спасательных процессов, возникающих при пожароопасных ситуациях.

Выделяется ряд факторов, несущих потенциальную угрозу, людям, пребывающим во внутреннем объеме помещений, который представлен на рисунке 37.

Рисунок 37 – Концепция безопасного пребывания людей во внутреннем объеме зданий [26]

В фокусе исследований – действие людей при пожароопасных ситуациях. Авторами [85], получен ряд решений, связанных с мотиво-повиденческим, психоэмоциональным и когнитивным состоянием людей, пребывающий во внутреннем помещении здания, в частности проведена оценка первой реакции на угрозу возникновения пожара (таблица 9).

Таблица 9 – Анализ исследования реакции людей, пребывающих во внутреннем объеме помещений на угрозу возникновения пожара (для жилых зданий)

Характер действий людей при пожарах	Первые действия опрошенных, %
Тушить пожар	14,9
Исследовать ситуацию	12,2
Позвонить в пожарную охрану	10,2
Оповестить окружающих	8,1
Покинуть здание	7,9
Исследовать источник пожара	5,6
Увести членов семьи	5,4
Закрыть двери, оказать помощь окружающим, собрать вещи, выключить газ/электричество, одеться, бездействовать	35,7

По результатам, представленным в таблице 9, установлено, что подавляющее число людей (внутри объектов жилого назначения) (35,7 %) буду бездействовать, т.е. ожидать указаний по действиям эвакуационно-спасательного характера, что подтверждает актуальность разработки системы моделирования и повышения эффективности систем эвакуации в зданиях различного функционального назначения.

Тем не менее, как показывают исследования [82] поведение человека в ходе проведения эвакуации соответствует существующим правилам, что определяет необходимость проведения противопожарной подготовки среди гражданского населения в минимальном объеме. В ряде других исследований [83] поведение людей может меняться в значительной мере в зависимости от объемно-планировочных решений здания, когда человек не понимает особенности эвакуации из зданий с учетом имеющихся планов.

Для объектов общественного назначения ситуация отлична – опрошенные люди оповещают администрацию (таблица 10) [78]. Авторами [32], выделен медианный алгоритм действий людей, находящихся во внутреннем объеме зданий при риске возникновения и развития пожароопасной ситуации (рисунок 40).

Таблица 10 – Анализ исследования реакции людей, пребывающих во внутреннем объеме помещений на угрозу возникновения пожара (для общественных зданий)

Характер действий людей при пожарах	Первые действия опрошенных, %
Эвакуация имущества	3
Оповещение администрации, других людей	25
Уход, бегство	14
Сбор личных вещей, одевание	20
Сбор материальных ценностей, отключение электроэнергии	20
Пломбирование сейфов, закрытие и открывание окон, дверей	6
Попытка узнать причину пожара	2
Бездействие	10

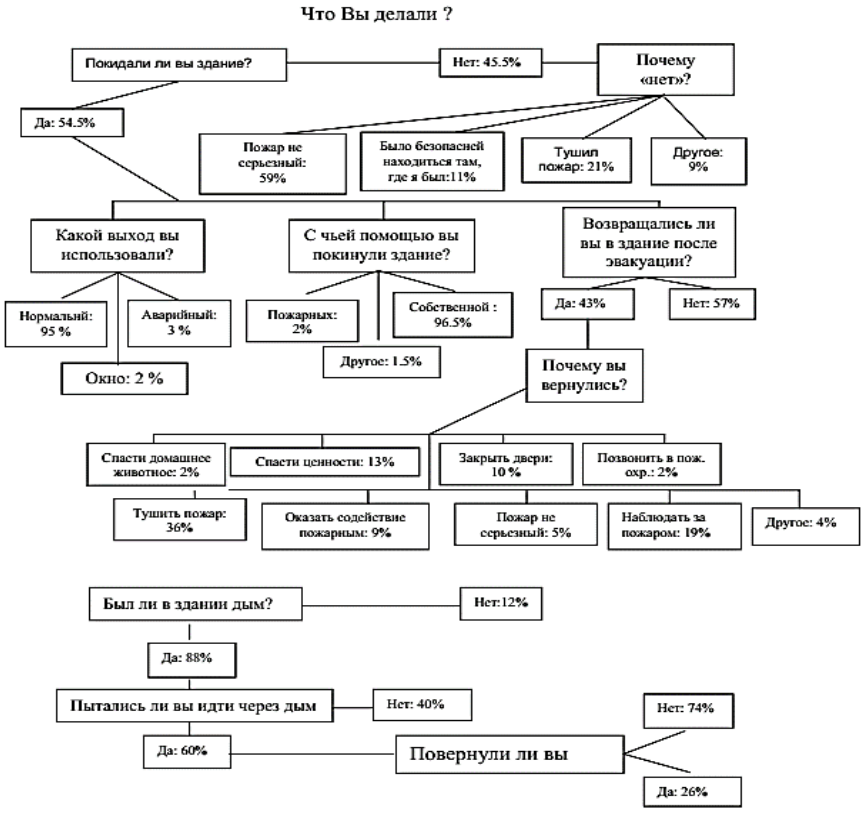


Рисунок 38 – Медианный алгоритм действий людей, находящихся во внутреннем объеме зданий при риске возникновения и развития пожароопасной ситуации [79]

Систематизация поведенческой ответственности людей, пребывающих в страхе пожароопасной ситуации представлена авторами [84] на рисунках 39, 40.

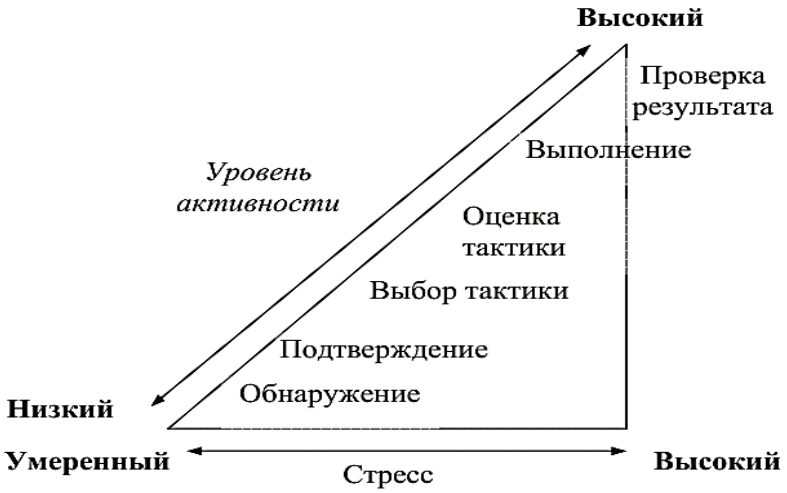


Рисунок 39 – Динамика поведенческой ответственности людей, пребывающих в страхе пожароопасной ситуации

Рисунок 40 – Динамика поведенческой ответственности людей, пребывающих в страхе пожароопасной ситуации (структурировано по этапам когнитивного восприятия)

Обозначенные на рисунках 39, 40 данные вписываются в общую концепцию факториальной модели пожарной безопасности внутри здания, сформированную авторами [33] и представленную на рисунке 40.

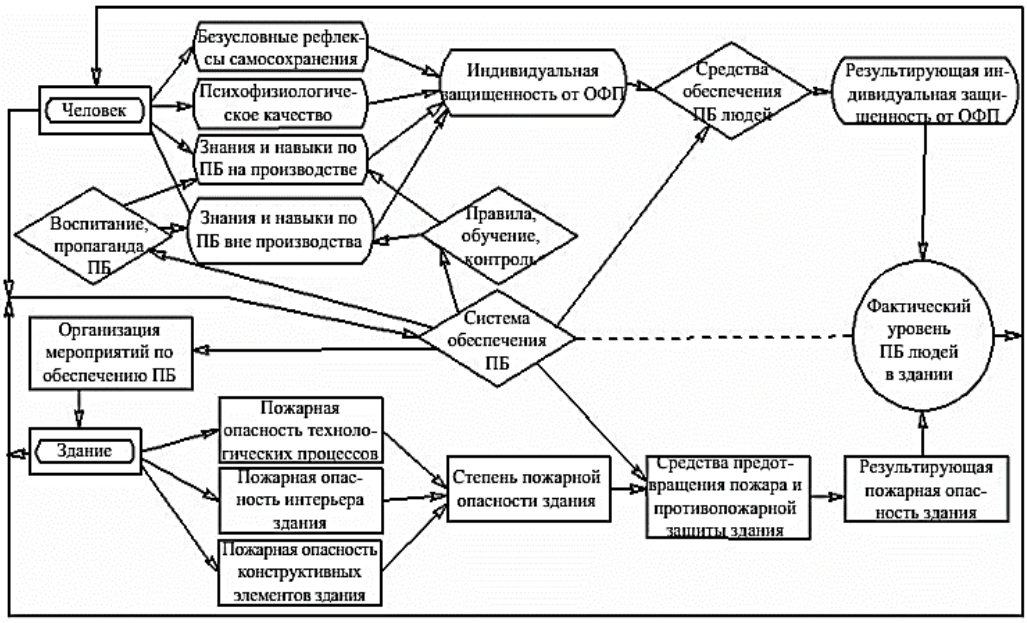


Рисунок 41 – Факториальная модель пожарной безопасности в здании

Авторами установлены характерные хронометражные периоды логической цепочки эвакуационно-спасательного процесса во внутреннем объеме здания, оборудованного современной противопожарной автоматикой (рисунок 42) [29].

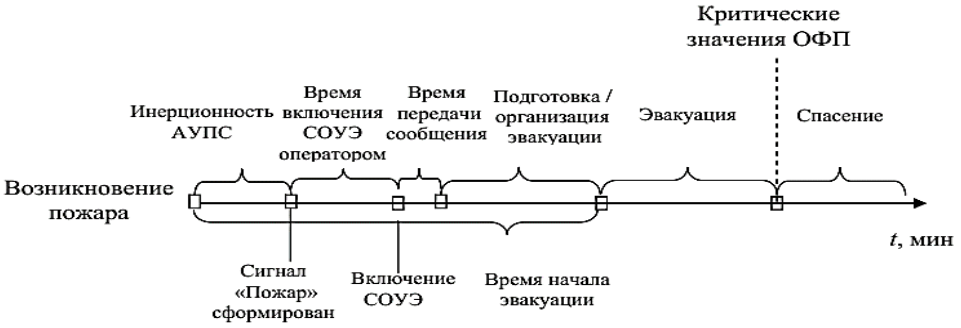


Рисунок 42 – Хронометрическая модель логической цепочки эвакуационно-спасательного процесса во внутреннем объеме здания, оборудованного современной противопожарной автоматикой

Согласно представленным на рисунке 42 данным, выявлен высокий ранг важности начальных элементов системы противопожарной безопасности зданий, позволяющих выполнить эвакуацию людей до наступления момента критического значения поражающих факторов пожара.

На смотря на высокую важность и значимость элементов АУПС – пожарных извещателей, для них в настоящее время существует техническая инерционность в обнаружении возгораний [36] (таблица 11)

Таблица 11 – Инерционность (техническая) пожарных извещателей в обнаружении возгораний

Вид пожарного извещателя	Характеристики	Время обнаружения	Время инерционности
Тепловой	Не позволяет обнару жить пожар на ранней стадии	Математические модели пожара	30–180 с
Дымовой Радиоизотопный Фотоэлектрический Аспирационные	Расчетные фор мулы приведены в справочных и учебных пособиях Нет данных	Позволяет обнаружить пожар на ранней стадии. Наиболее эффективны аспирационные	5–10 с
Извещатели пла мени (световые)	Позволяет обнаружить пожар на ранней стадии	Нет данных	> 1 с
Газовый	Позволяет обнаружить пожар на ранней стадии	Математические модели пожара	> 1 с
Комбинирован ный, наиболее рас пространены дымо тепловые	Позволяет обнаружить пожар на ранней стадии	Нет данных	Недостаточно данных

Также в логической цепочке эвакуационно-спасательного процесса во внутреннем объеме здания (рисунок 42), существует задержка во времени передачи сообщения о пожарной опасности (таблица 12).

Таблица 12 – Инерционность (техническая) средств передачи сообщения о пожарной опасности

Устройство связи	Рация	Селектор	Громкогово-рящая связь	Телефон	
				с 3-значным номером	с 7-значньм номером
Время передачи сообщения, с	8	16	15	22	24

Все эти моменты технической инерционности, приводят к волнообразному эвакуационно-спасательному процессу, который для объекта массового посещения (ТРЦ, МФЦ) проиллюстрирован на рисунке 43 [34].

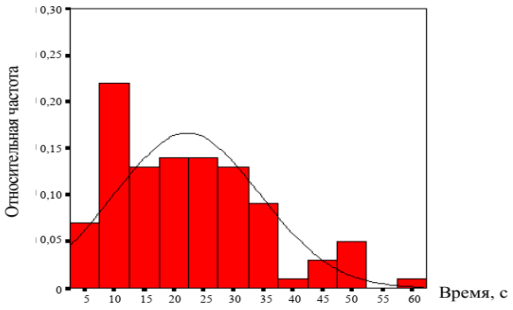


Рисунок 43 – Эвакуационно-спасательный процесс в ТРЦ (МФЦ) с выявлением волнообразного характера следования человеческих потоков, вследствие влияния инерционности технических средств обнаружения и оповещения пожароопасной ситуации

Таким образом, установлено, что критически важным в современных технических решения эвакуационно-спасательных операциях организовать и наладить работу СОУЭ, от эффективности функционирования которой зависит эффективность эвакуационных процессов (рисунок 44) [23].

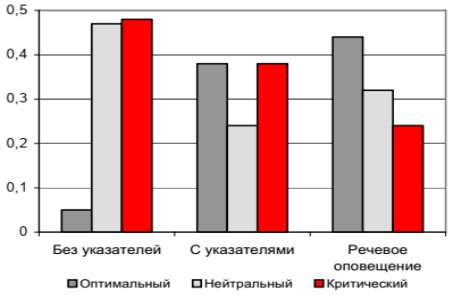


Рисунок 44 – Влияние эффективности функционирования СОУЭ на эффективность эвакуационно-спасательных процессов

Моделирование и анализ методов принятия решений людьми, находящимися под действием страха пожара, позволяет сформировать локальные решения для заданного объекта, что определяет общий вектор развития современной науки о противопожарной эвакуации.

3.2 Методы моделирования пожаров

Согласно исследованиям Коршунова М. В., моделирование пожаров и соответственных эвакуационно-спасательных процессов базируется на определении доверительных параметрических значений, как пример – движение людей по лестницам (рисунок 45) и через дверные проёмы эвакуационных путей (рисунок 46). Однако важно, по мнению Мяэ М. А., учитывать неравномерность движения отдельных людей (вследствие разности условий и прочих физических факторов – рисунок 47) [22].

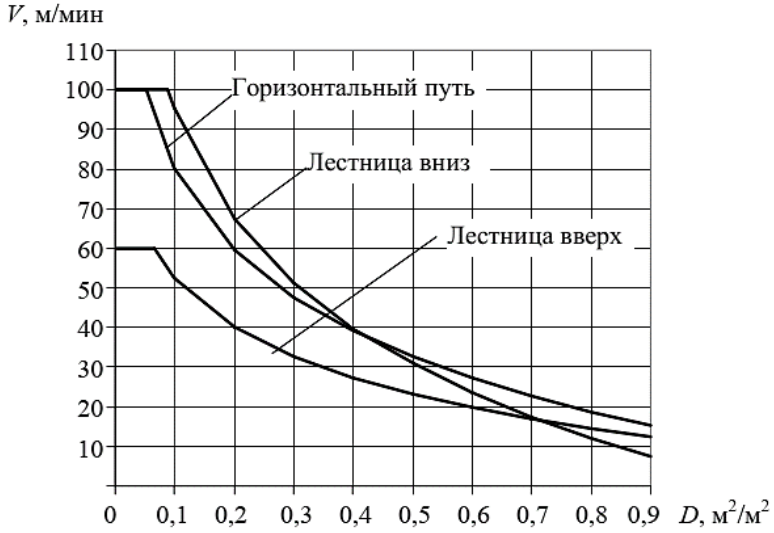


Рисунок 45 – Определение доверительных параметрических значений для моделирования эвакуационно-спасательных процессов при движении людей по лестнице

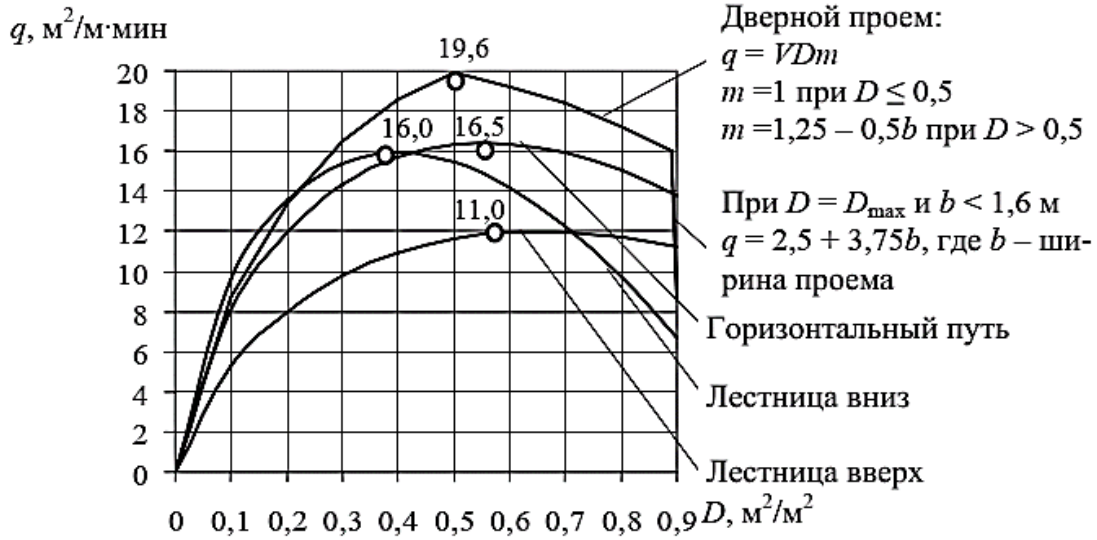


Рисунок 46 – Определение доверительных параметрических значений для моделирования эвакуационно-спасательных процессов при движении людей через дверные проёмы эвакуационных путей

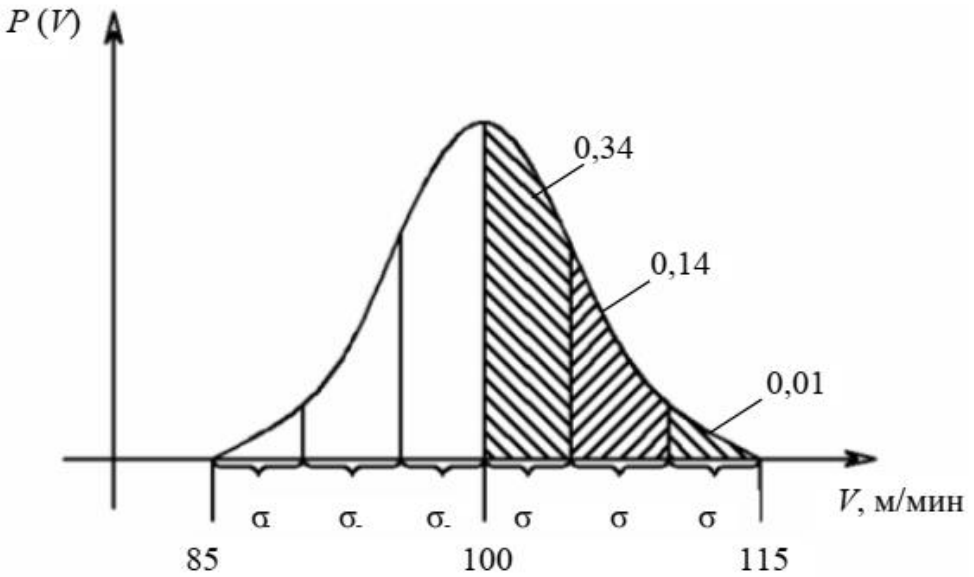


Рисунок 47 – Определение доверительных параметрических значений для моделирования эвакуационно-спасательных процессов при движении людей с учётом рандомизации по параметру скорости движения отдельно взятых людей

Так, в целях проверки плотности выхода людей в много этажных зданиях Литвинцевым К. Ю. предложены аналогичные модели, вариативность результатов которых представлена на рисунке 48 [19].

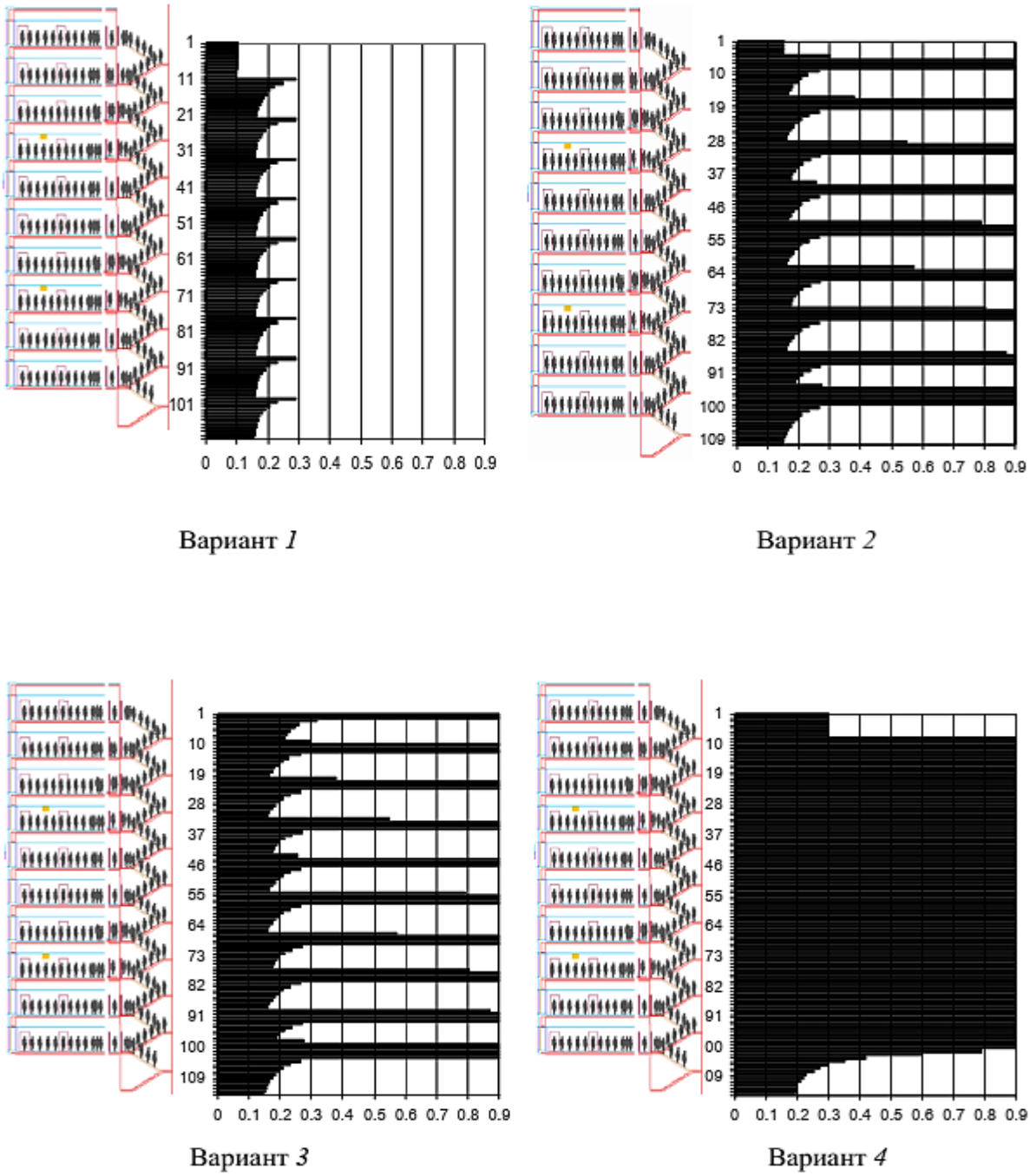


Рисунок 48 – Вариативность результатов моделирования плотности человеческих потоков при организации эвакуационно-спасательных процессов в многоэтажном здании [19]

Таким образом, получение доверительных результатов параметрических значений эвакуационно-спасательных процессов и корреляция последних с нормативно-регламентными позволяет определить применимость модели и возможность использования для локальных условий возникновения и развития пожароопасной ситуации.

3.3 Моделирование пожара на объекте исследования. Анализ результатов с разработкой решений по повышению эффективности эвакуации людей при пожарах

На основании результатов исследования публикаций авторов, представленных в пп. 3.1, 3.2 магистерской диссертации с учётом требования МУ [21], представим результаты моделирования для объекта исследований – МФЦ (город Челябинск, ул. Свободы, 4), характеристики которого отражены в главе 2 магистерской диссертации.

Вероятностные сценарии возникновения и развития пожароопасной ситуации с параллельной организацией эвакуационно-спасательных процессов:

Сценарий_01. Пожар возникает возле выхода из подземной автостоянки в осях «11-12/Е-Ж», поэтому этот выход считается блокированным опасными факторами пожара с первых секунд пожара.

Сценарий_02. Пожар возникает возле выхода из ресторана на лестничную клетку в осях «3-5/Ж-И на втором этаже, поэтому этот выход считается блокированным опасными факторами пожара с первых секунд пожара.

Сценарий_03 Пожар возникает в квартире возле лестничной клетки в осях «8-9/А1-Б».

Расчетное количество людей, эвакуирующихся при возникновении пожаров на объекте:

– сценарий 01 – 1284 человека;

– сценарий 02 – 1284 человека;

– сценарий 03 – 52 человека.

Для расчета используется программный комплекс FireCat предназначенный для расчета индивидуального пожарного риска согласно МУ [27].

Комплекс состоит из трех компонентов:

– программа Pathfinder для моделирования эвакуации людей при пожаре.

– программа PyroSim для моделирования пожара.

– программа FireRisk для обработки результатов.

Результаты моделирования для сценария 1 представлены на рисунках ниже.

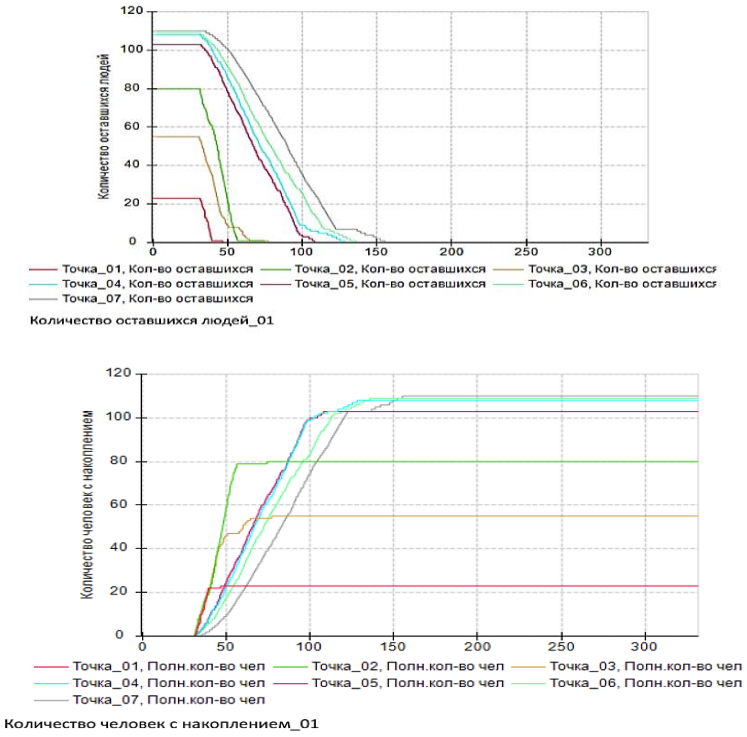
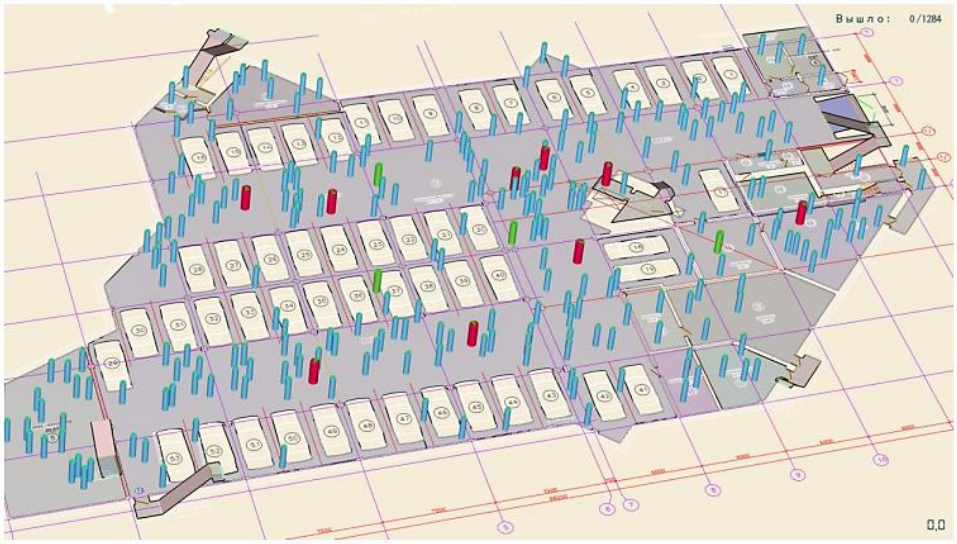
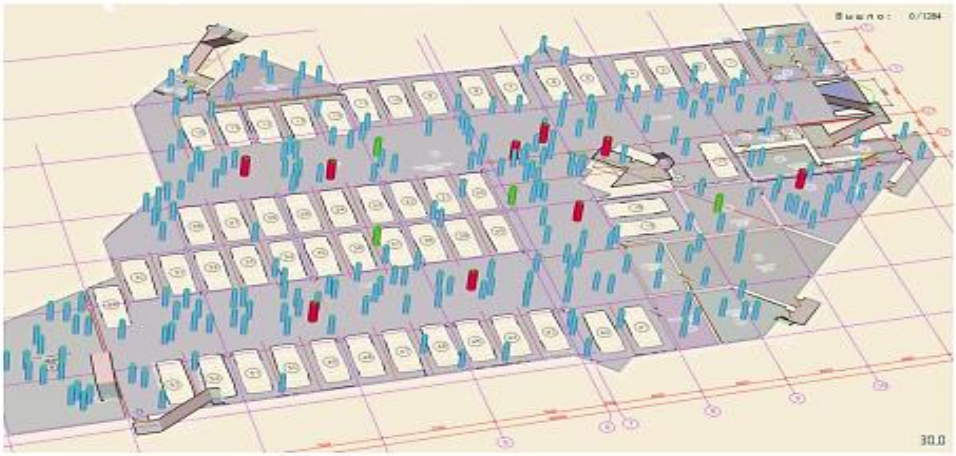


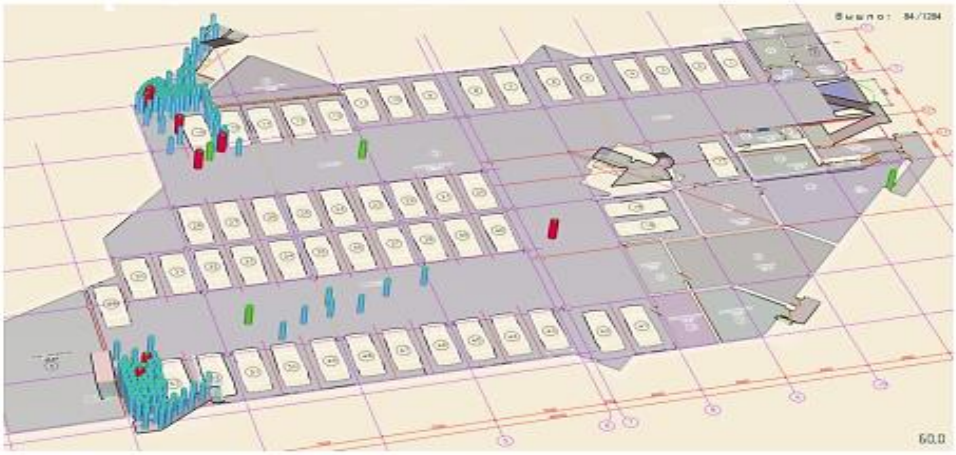
Рисунок 49 – Графики эвакуации (сценарий 1)



apartment_01_sc_000,000

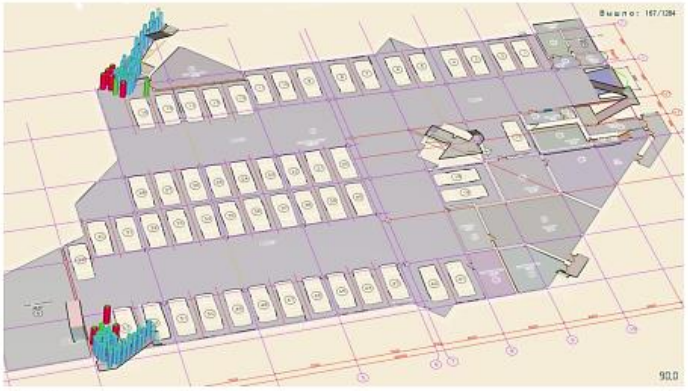


apartment_01_sc_030,000

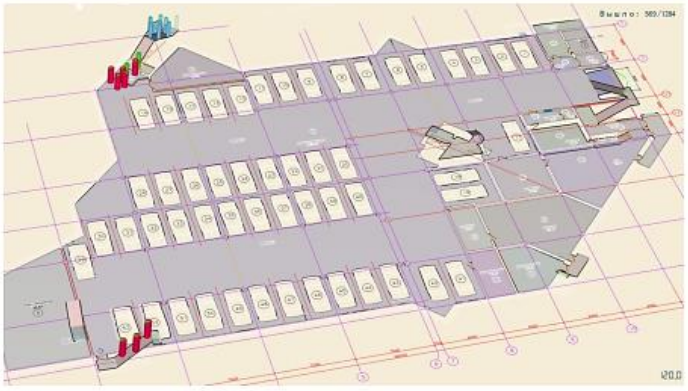


apartment_01_sc_060,000

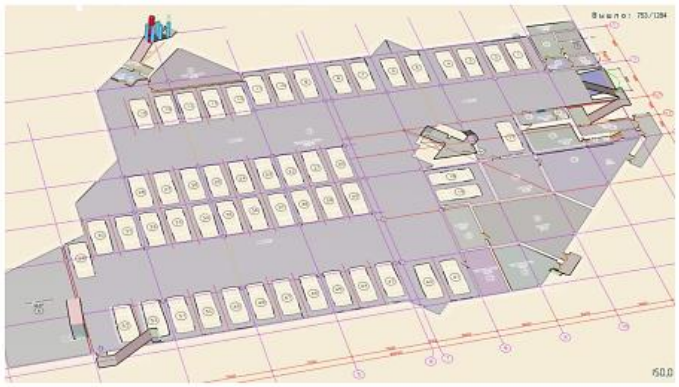
Рисунок 50 – Этапы развития эвакуационных процессов по сценарию 1 (фрейм 1)



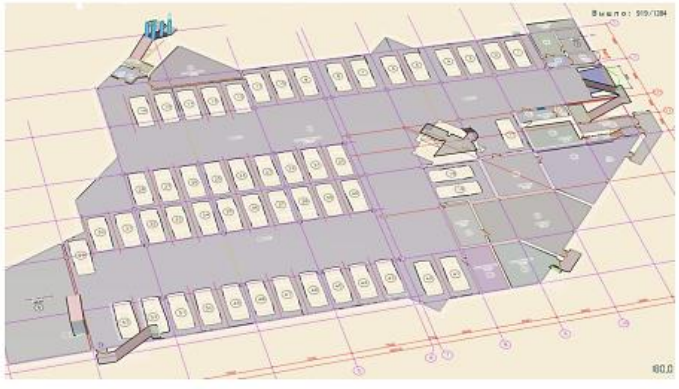
apartment_01_sc_090,000



apartment_01_sc_120,000

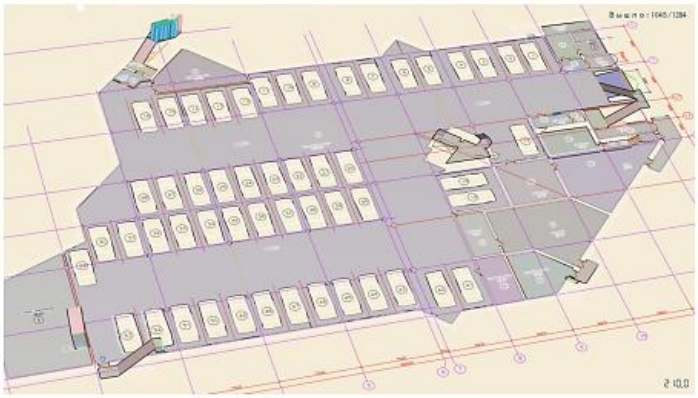


apartment_01_sc_150,000

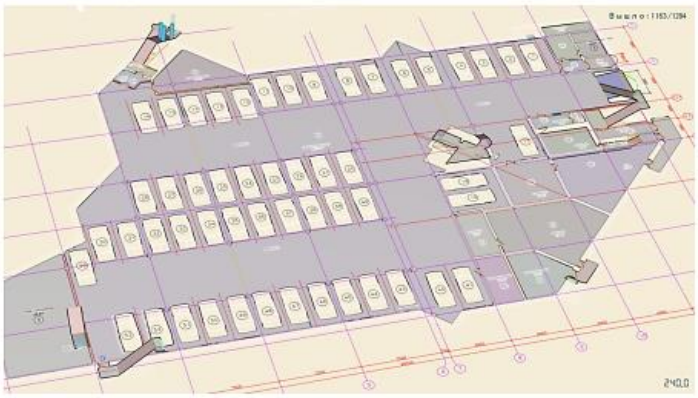


apartment_01_sc_180,000

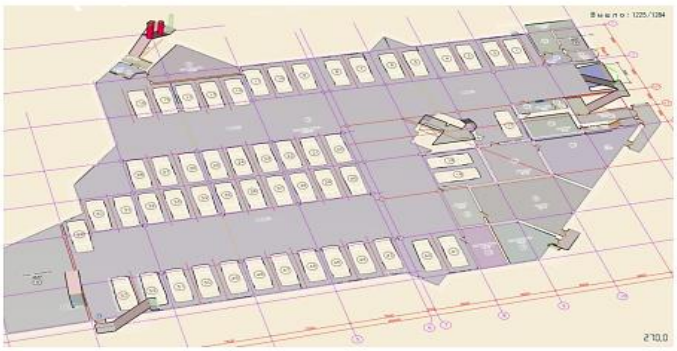
Рисунок 51 – Этапы развития эвакуационных процессов по сценарию 1 (фрейм 2)



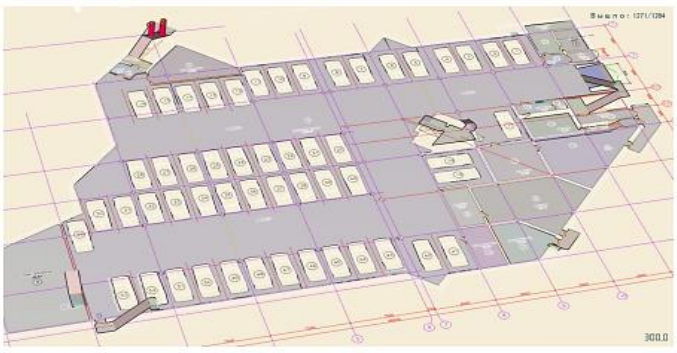
apartment_01_sc_210,000



apartment_01_sc_240,000



apartment_01_sc_270,000



apartment_01_sc_300,000

Рисунок 52 – Этапы развития эвакуационных процессов по сценарию 1 (фрейм 3)

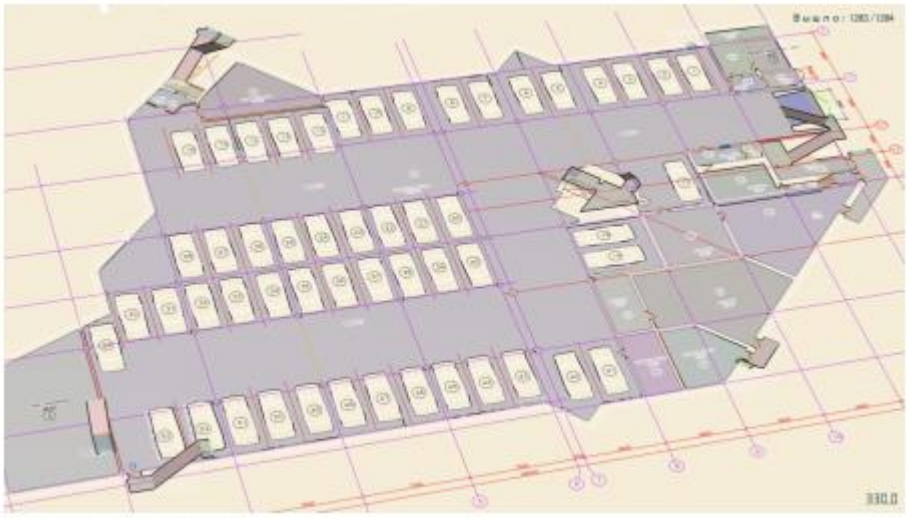


Рисунок 53 – Финальный фрейм эвакуационного процесса по сценарию 1 (фрейм 4)

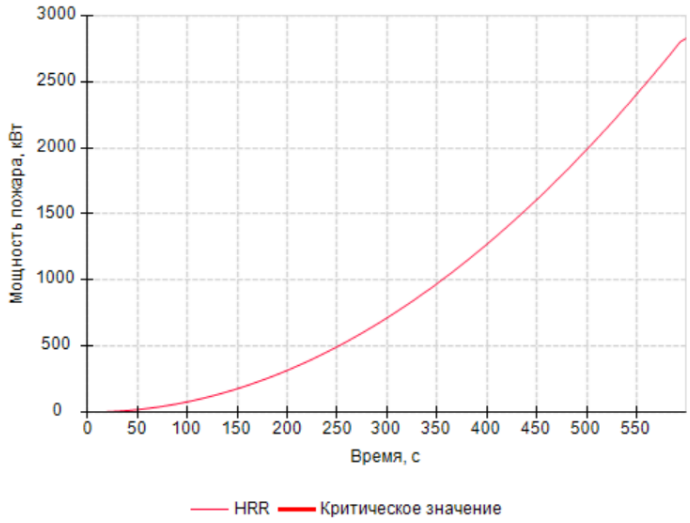
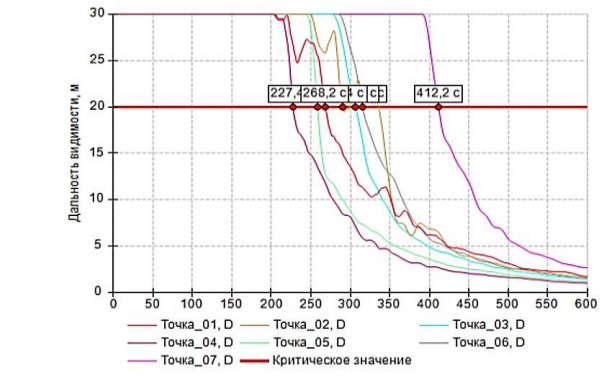
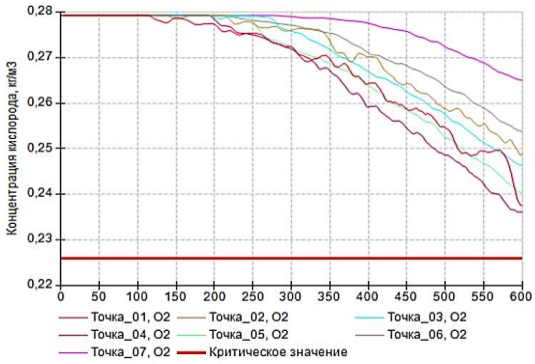


Рисунок 54 – Динамика поражающих факторов смоделированного пожара

Графики поражающих факторов от действия пожара представлены на рисунках ниже.

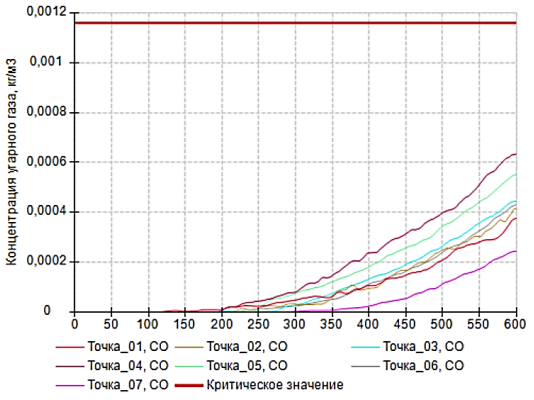


Дальность видимости_01

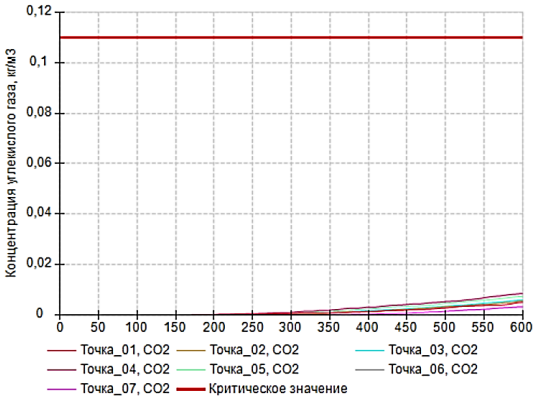


Концентрация кислорода_01

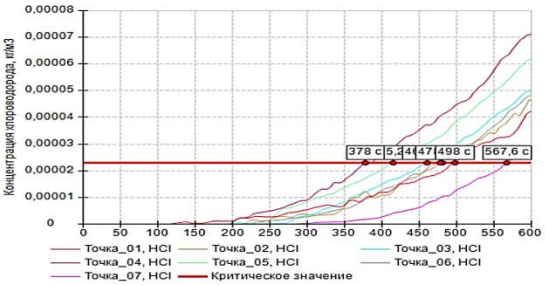
Рисунок 55 – Графики поражающих факторов от действия пожара



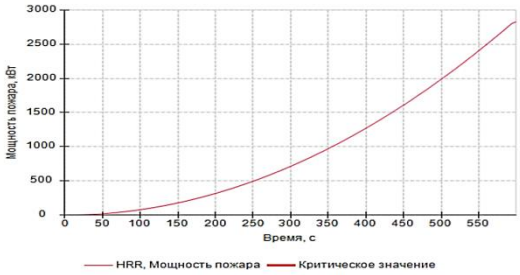
Концентрация угарного газа_01



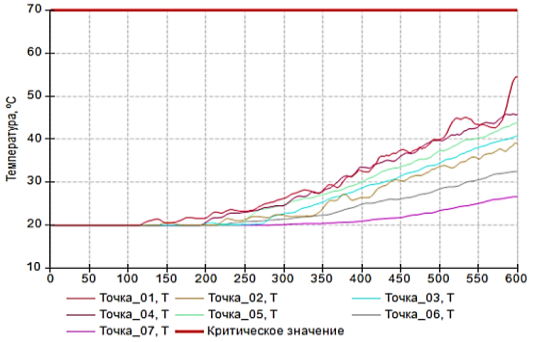
Концентрация углекислого газа_01



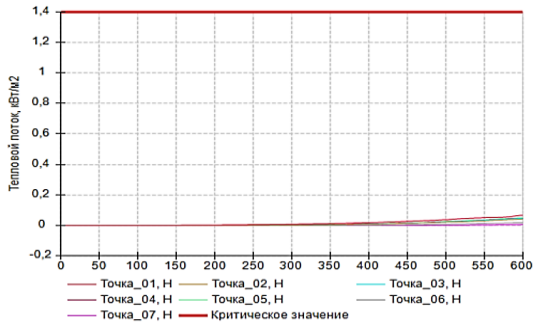
Концентрация хлороводорода_01



Мощность пожара_01



Температура_01



Тепловой поток_01

Рисунок 56 – Графики поражающих факторов от действия пожара при различных условиях

Соответственно для условий сценария 1, представим данные моделирования динамики поражающих факторов пожара (на рисунках ниже).

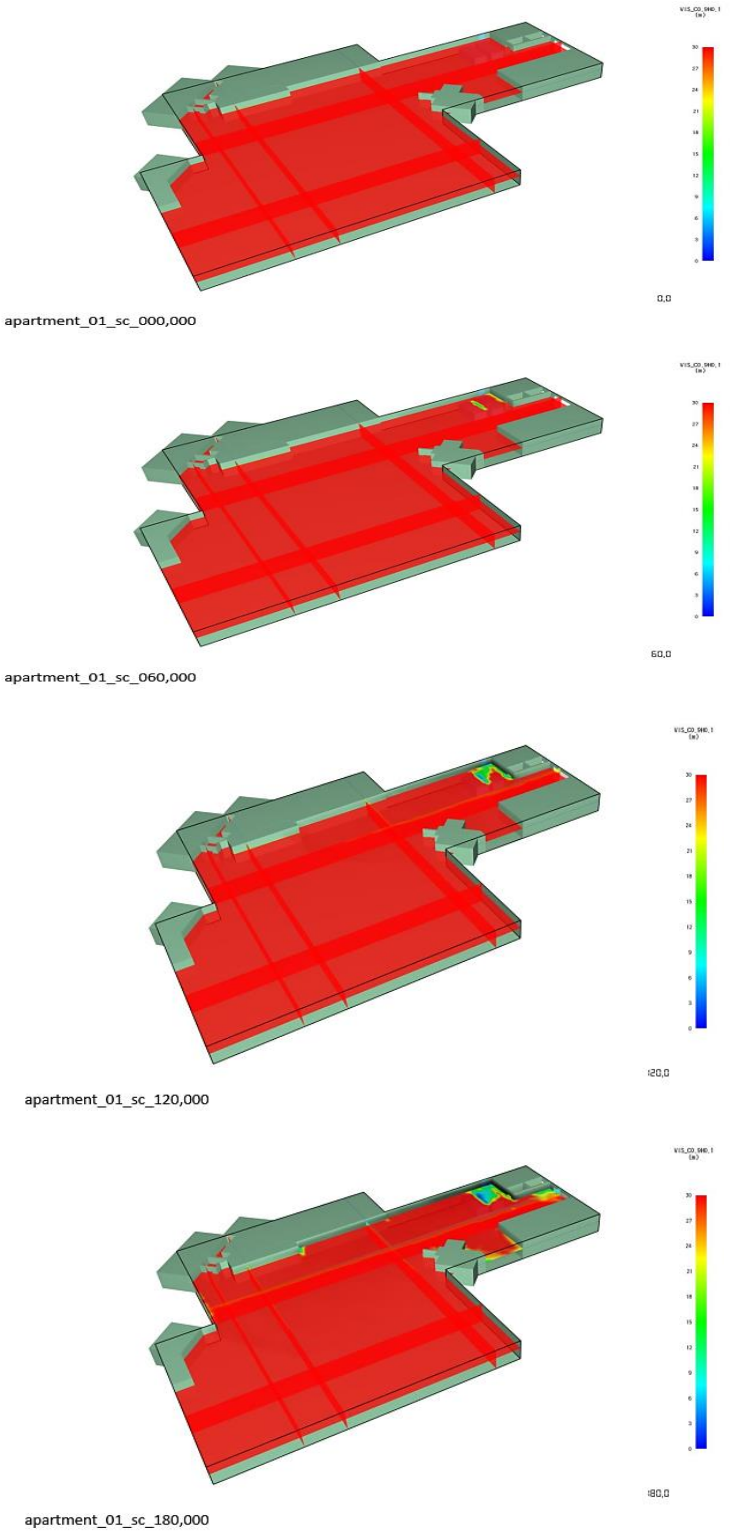
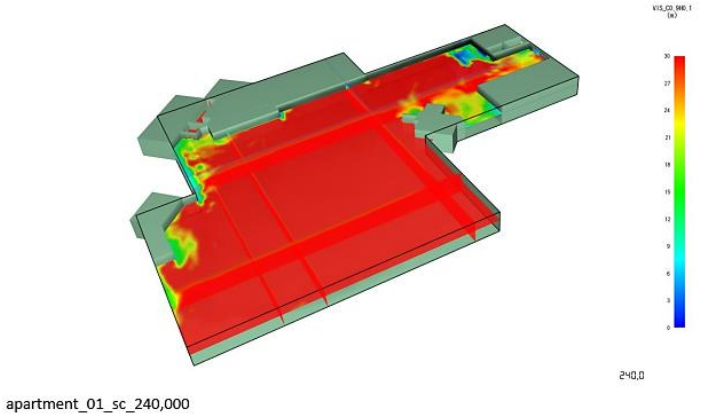
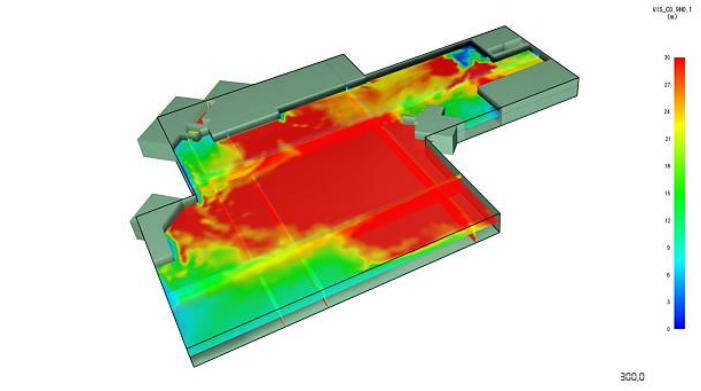


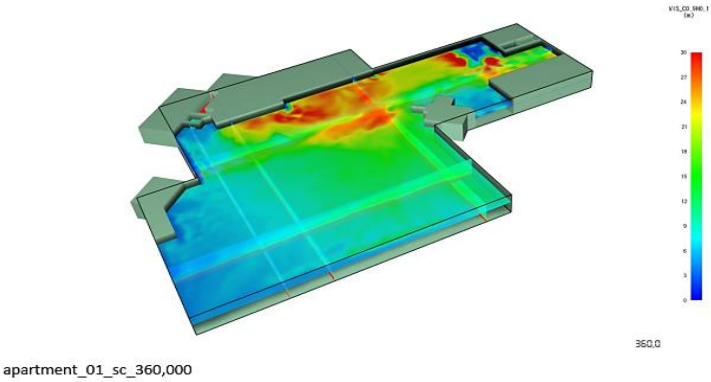
Рисунок 57 – Динамика поражающих факторов пожара по сценарию 1 (фрейм 1)



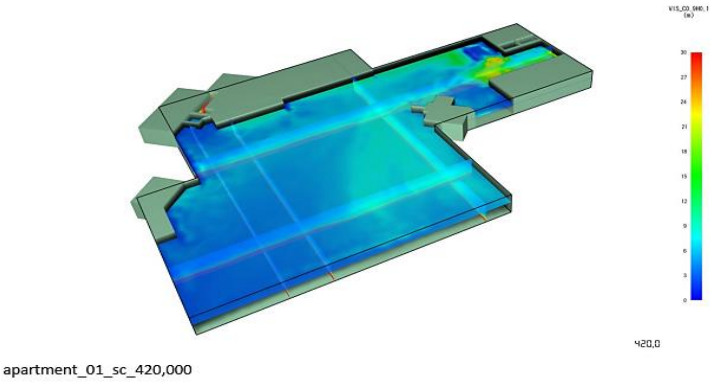
apartment_01_sc_240,000



apartment_01_sc_300,000



apartment_01_sc_360,000



apartment_01_sc_420,000

Рисунок 58 – Динамика поражающих факторов пожара по сценарию 1 (фрейм 2)

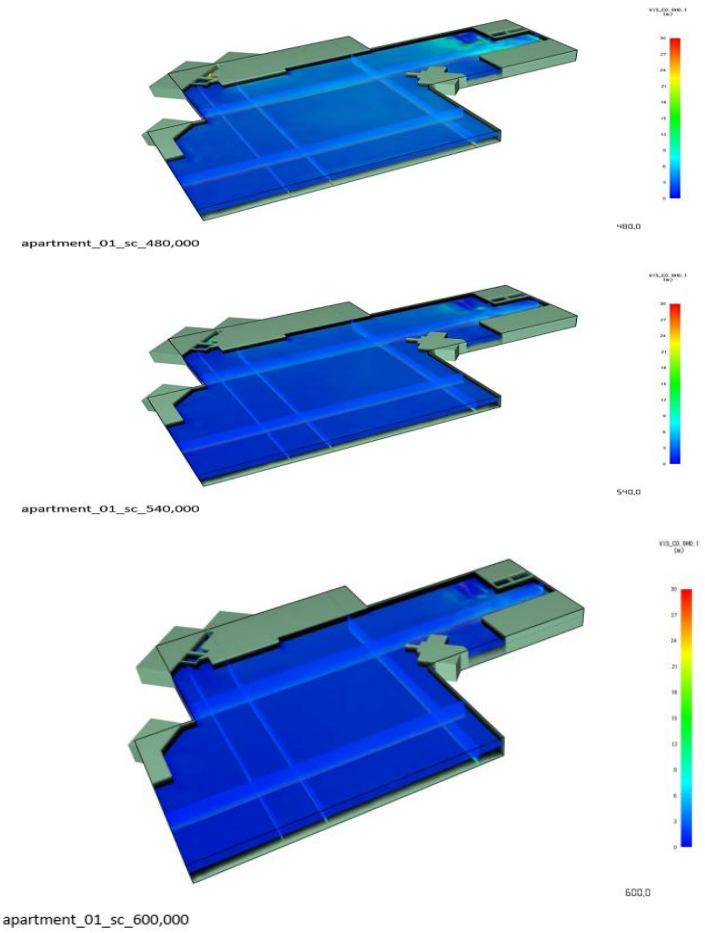


Рисунок 59 – Динамика поражающих факторов пожара по сценарию 1 (фрейм 3)

Таким образом, величина индивидуального пожарного риска для данного сценария составляет:

$$Q_{в,i} = Q_{п,i} \cdot (1 - K_{ап,i}) \cdot P_{пр,i} \cdot (1 - P_{э,i}) \cdot (1 - K_{п.з,i}) = 0,04 \cdot (1 - 0,9) \cdot 1 \cdot (1 - 0,999) \cdot (1 - 0,8704) = 0,52 \times 10^{-6} \quad (2)$$

где

$Q_{п,i}$ - частота возникновения пожара в здании в течение года, определяемая на основании статистических данных. При отсутствии статистической информации допускается принимать $Q_{п,i}=4 \cdot 10^{-2}$ для каждого здания;

$K_{ап,i}$ - коэффициент, учитывающий соответствие установок автоматического пожаротушения (далее - АУП) требованиям нормативных документов по пожарной безопасности.

Сводный результат моделирования и расчёта индивидуального риска для сценариев 1, 2, 3 представлен в таблице 13.

Таблица 13 – Сводный результат моделирования и расчёта индивидуального риска для сценариев 1, 2, 3 МФЦ (город Челябинск, ул. Свободы, 4)

Название сценария	Величина индивидуального пожарного риска
Сценарий_01	$0{,}52\times10^{-6}$
Сценарий_02	$0{,}52\times10^{-6}$
Сценарий_03	$0{,}06\times10^{-6}$

Расчет индивидуального пожарного риска выполняется в соответствии с методикой определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности МУ [34].

Максимальный риск наблюдается в сценариях: Сценарий_01, Сценарий_02 и составляет $0{,}52\times10^{-6}$. Таким образом, уровень безопасности людей в случае пожара отвечает требуемому, индивидуальный пожарный риск для объекта расчета не превышает допустимое значение (1×10^{-6}), установленное 123-ФЗ [77].

Следовательно, для обеспечения действий по эвакуации людей из внутреннего объема МФЦ по оптимальному Сценарию_03 для исследуемого объекта необходимо выполнить следующие организационно-технологические мероприятия:

- выполнить пересмотр эвакуационных путей, привести в соответствие с оптимальным Сценарием_03;
- организовать знако-сигнальное обеспечение и приведение планов эвакуации в соответствии с оптимальным Сценарием_03;

– выполнить оценку и устранить преграды и ограничения следованию людей по эвакуационным путям, согласно оптимальному Сценарию_03.

Таким образом, результаты моделирования пожара на объекте позволяют оценить ситуацию по развитию пожарной обстановке на объекте с использованием средств современной компьютерной техники, которые позволяют распределить локацию аварийных выходов, спроектировать систему эвакуации людей, смоделировать развития пожара в зависимости от тех переменных, которые соответствуют объекту (вентиляция, наличие быстро воспламеняющихся веществ, наличие средств автоматического пожаротушения), оценить категорию риска пожарной безопасности здания или помещения с учетом полученных результатов моделирования.

Повышение эффективности системы эвакуации в данном случае обеспечивается за счет того, что по результатам разработанной компьютерной модели специалист получает точную картину пожарной обстановке и с учетом этого может разработать систему мероприятий для сокращения пожарного риска. В данном случае будут применяться методы оптимизации объемно-планировочных решений по зданию самого многофункционального центра, перепланировка аварийных выходов и проектирование новых путей эвакуации. В случае, когда ситуация не позволяет произвести реорганизацию объемно-планировочных и конструктивных решений здания, вариантом для повышения эффективности эвакуации людей является сокращение максимального количества людей, которые могут находится в условиях заданного пространства.

Таким образом, использование ПК для моделирования пожароопасных и эвакуационно-спасительных процессов для локальных условий МФЦ (город Челябинск, ул. Свободы, 4) позволяют поставить высокую оценку объемно-планировочным, объемно-пространственным и материально-конструктивным решениям исследуемого строительного объекта требованиям пожарной безопасности, что позволяет сделать вывод о

возможности широкого применения используемого программного комплекса для объектов данного класса.

Вывод

Максимальный риск наблюдается в сценариях: Сценарий_01, Сценарий_02 и составляет $0{,}52\times10^{-6}$. Таким образом, уровень безопасности людей в случае пожара отвечает требуемому, индивидуальный пожарный риск для объекта расчета не превышает допустимое значение (1×10^{-6}), установленное 123-ФЗ [77]. Следовательно, для обеспечения действий по эвакуации людей из внутреннего объема МФЦ по оптимальному Сценарию_03 для исследуемого объекта необходимо выполнить следующие организационно-технологические мероприятия:

– выполнить пересмотр схемы организации эвакуационных путей, используя численно-модельные данные относительно оптимизации движения эвакуационных потоков посетителей МФЦ. При этом необходимо организовать эвакуационные пути таким образом, чтобы было обеспечено рациональное распределение потоков эвакуируемых людей, оптимальные по времени и длительности маршруты эвакуации, с соответствующим проведением учебных пожарных тревог после утверждения оптимизированной схемы эвакуации в составе планов эвакуации;

– организовать знако-сигнальное обеспечение и приведение планов эвакуации в соответствии с оптимальным Сценарием_03, путём маркирования эвакуационных маршрутов относительно вновь утверждаемых эвакуационных схем, установки соответствующих направляющих для потоков эвакуируемых людей в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.026-2015 [6], ГОСТ Р 12.2.143-2009 [12]. Также вывешивания соответствующих вновь утверждаемых оптимизированных планов эвакуации в выделенных метах информационного обеспечения, закрепление положений знако-

сигнального обеспечения в инструкциях по пожарной безопасности и положениях об организации противопожарного режима на МФЦ с проведением соответствующих учебных пожарных тревог;

– выполнить анализ планировочных решений внутреннего объема МФЦ на предмет возможной оптимизации движения потоков эвакуируемых людей (относительно численно-модельных данных по Сценарию_03) в части переноса, демонтажа, реконструкции некапитальных элементов строительных конструкций (элементы декора, объектов, выделяемых временными ограждениями (объекты торговли, охранно-пропускного режима, прочие объекты различного функционального назначения, требующие устройства временных некапитальных ограждений)).

Таким образом, использование ПК для моделирования пожароопасных и эвакуационно-спасательных процессов для локальных условий МФЦ (город Челябинск, ул. Свободы, 4) позволяют получить оптимизированные эвакуационные планы, использование которых минимизирует время прохождения эвакуационных маршрутов и снижает индивидуальный риск, что позволяет сделать вывод о возможности широкого применения используемого программного комплекса для объектов данного класса.

Заключение

Тема магистерской диссертации: повышение эффективности эвакуации людей (жильцов, посетителей, персонала) на примере моделирования пожара на объекте «Многофункциональный центр с апартаментами» по адресу: г. Челябинск, ул. Свободы, 4.

Специфика пожарной обстановки на объектах массового пребывания людей (МФЦ, ТРЦ) указывает на высокий риск смерти и травмирования посетителей в результате воздействия факторов пожара. Также существует риск неправильного ведения пожарно-спасательных эвакуационных процессов (знаковый случай – пожар ТРЦ «Зимняя вишня» (Кемерово), 25.03.2018). Вследствие обозначенных факторов, необходимость разработки и формирования предложений по совершенствованию пожаро-эвакуационных операций является одной из основных задач профильных ведомств и служб. Моделирование и анализ методов принятия решений людьми, находящимися под действием страха пожара, позволяет сформировать локальные решения для заданного объекта, что определяет общий вектор развития современной науки о противопожарной эвакуации. Получение доверительных результатов параметрических значений эвакуационно-спасательных процессов и корреляция последних с нормативно-регламентными позволяет определить применимость модели и возможность использования для локальных условий возникновения и развития пожароопасной ситуации. Использование ПК для моделирования пожароопасных и эвакуационно-спасительных процессов для локальных условий МФЦ (город Челябинск, ул. Свободы, 4) позволят поставить высокую оценку объемно-планировочным, объемно-пространственным и материально-конструктивным решениям исследуемого строительного объекта требованиям пожарной безопасности, что позволяет сделать вывод о возможности широкого применения используемого программного комплекса для объектов данного класса.

Представленные аналитические данные первого радела, позволяют выделить следующие факторы, указывающие на целесообразность исследования: специфика пожарной обстановки на объектах массового пребывания людей (МФЦ, ТРЦ) указывает на высокий риск смерти и травмирования посетителей в результате воздействия факторов пожара. Также существует риск неправильного ведения пожарно-спасательных эвакуационных процессов (знаковый случай – пожар ТРЦ «Зимняя вишня» (Кемерово), 25.03.2018). Вследствие обозначенных факторов, необходимость разработки и формирования предложений по совершенствованию пожаро-эвакуационных операций является одной из основных задач профильных ведомств и служб; требования по организации пожарно-эвакуационной деятельности пожарно-спасательных подразделений: в части организации и управления потоками людей – по СП 3.13130.2009 [56], НПБ 104-03 [24]; в части организации огневой борьбы с параллельно проводимыми поисково-спасательными и эвакуационно-спасательными процессам – по Положению [30], Боевому уставу [1], МУ [21]; установлен нормальный порядок действия должностных лиц пожарных подразделений в отношении организации эвакуационно-спасательный процессов, что позволят определить первоочередные задачи спасательных операций и борьбы с пожаром.

Второй раздел содержит следующие основные данные относительно объекта исследований: представленные характеристики МФЦ указывают на то, что исследуемый объект – сложноустроенные, многофакторный комплекс, исследования эвакуационных процессов для которого несут практический интерес; представленное описание МФЦ содержит исчерпывающие данные относительно объёмно-планировочных и конструкционных решений, выполненное с учётом нормативно-технического сопровождения НТД, действующей не территории Российской Федерации; пожарная характеристика объекта и описание решений по эвакуации людей при пожарах указывает на соблюдение нормативных требований проектных решений данного МФЦ, однако, с учётом сложности конструктивных

решений, многофункциональности данного здания, необходимо выполнить исследование и моделирование потоков людей при эвакуации с целью принятия оптимальных решений по эвакуационно-спасательным процессам.

Представленные положения третьего раздела содержат следующие тезисы: моделирование и анализ методов принятия решений людьми, находящимися под действием страха пожара, позволяет сформировать локальные решения для заданного объекта, что определяет общий вектор развития современной науки о противопожарной эвакуации; получение доверительных результатов параметрических значений эвакуационно-спасательных процессов и корреляция последних с нормативно-регламентными позволяет определить применимость модели и возможность использования для локальных условий возникновения и развития пожароопасной ситуации; максимальный риск наблюдается в сценариях: Сценарий_01, Сценарий_02 и составляет $0{,}52\times10^{-6}$. Таким образом, уровень безопасности людей в случае пожара отвечает требуемому, индивидуальный пожарный риск для объекта расчета не превышает допустимое значение (1×10^{-6}), установленное 123-ФЗ [77]. Следовательно, для обеспечения действий по эвакуации людей из внутреннего объема МФЦ по оптимальному Сценарию_03 для исследуемого объекта необходимо выполнить следующие организационно-технологические мероприятия:

– выполнить пересмотр схемы организации эвакуационных путей, используя численно-модельные данные относительно оптимизации движения эвакуационных потоков посетителей МФЦ. При этом необходимо организовать эвакуационные пути таким образом, чтобы было обеспечено рациональное распределение потоков эвакуируемых людей, оптимальные по времени и длительности маршруты эвакуации, с соответствующим проведением учебных пожарных тревог после утверждения оптимизированной схемы эвакуации в составе планов эвакуации;

– организовать знако-сигнальное обеспечение и приведение планов эвакуации в соответствии с оптимальным Сценарием_03, путём маркирования эвакуационных маршрутов относительно вновь утверждаемых эвакуационных схем, установки соответствующих направляющих для потоков эвакуируемых людей в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.026-2015 [6], ГОСТ Р 12.2.143-2009 [12]. Также вывешивания соответствующих вновь утверждаемых оптимизированных планов эвакуации в выделенных метах информационного обеспечения, закрепление положений знако-сигнального обеспечения в инструкциях по пожарной безопасности и положениях об организации противопожарного режима на МФЦ с проведением соответствующих учебных пожарных тревог;

– выполнить анализ планировочных решений внутреннего объема МФЦ на предмет возможной оптимизации движения потоков эвакуируемых людей (относительно численно-модельных данных по Сценарию_03) в части переноса, демонтажа, реконструкции некапитальных элементов строительных конструкций (элементы декора, объектов, выделяемых временными ограждениями (объекты торговли, охранно-пропускного режима, прочие объекты различного функционального назначения, требующие устройства временных некапитальных ограждений)).

Таким образом, использование ПК для моделирования пожароопасных и эвакуационно-спасательных процессов для локальных условий МФЦ (город Челябинск, ул. Свободы, 4) позволяют получить оптимизированные эвакуационные планы, использование которых минимизирует время прохождения эвакуационных маршрутов и снижает индивидуальный риск, что позволяет сделать вывод о возможности широкого применения используемого программного комплекса для объектов данного класса.

Список используемых источников

1. Боевой устав подразделений пожарной охраны, определяющий порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ [Электронный ресурс] : Приказ МЧС России от 16 октября 2017 № 444 «Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ (с изменениями на 28 февраля 2020 года)». – Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. – Официальный интернет-портал правовой информации : URL : pravo.gov.ru, 21.02.2018, N 0001201802210017 // URL : https://docs.cntd.ru/document/542610435, (дата обращения – 12.05.2021)

2. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования (с Изменением N 1) : ГОСТ (Государственный стандарт) / Комитет стандартов, мер и измерительных приборов при Совмине СССР. – Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2006 // URL : https://docs.cntd.ru/document/9051953, (дата обращения – 12.05.2021)

3. ГОСТ 12.1.033-81 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Термины и определения (с Изменением N 1) : ГОСТ (Государственный стандарт) / Комитет стандартов, мер и измерительных приборов при Совмине СССР. – Официальное издание. «Система стандартов безопасности труда». Сб. ГОСТов // М.: ИПК Издательство стандартов, 2001 // URL : https://docs.cntd.ru/document/1200003841, (дата обращения – 12.05.2021).

4. ГОСТ 12.1.114-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарные машины и оборудование. Обозначения условные графические (с Изменением N 1) : ГОСТ (Государственный стандарт) / Комитет стандартов,

мер и измерительных приборов при Совмине СССР. – Система стандартов безопасности труда. Сб. ГОСТов – Официальное издание. М.: ИПК Издательство стандартов, 2001 // URL : https://docs.cntd.ru/document/1200007234, (дата обращения – 12.05.2021).

5. ГОСТ 12.4.009-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание (с Изменением N 1) : ГОСТ (Государственный стандарт) / Комитет стандартов, мер и измерительных приборов при Совмине СССР. – Система стандартов безопасности труда: Сб. ГОСТов - М.: ИПК Издательство стандартов, 2001 // Официальное издание. М.: ИПК Издательство стандартов, 2005 // URL : https://docs.cntd.ru/document/1200003611, (дата обращения – 12.05.2021).

6. ГОСТ 12.4.026-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний (с Поправками, с Изменением N 1) : ГОСТ (Государственный стандарт) / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2017 // URL : https://docs.cntd.ru/document/1200136061, (дата обращения – 12.05.2021).

7. ГОСТ 23747-2015 Блоки дверные из алюминиевых сплавов. Технические условия (с Поправкой, с Изменением N 1) условия : ГОСТ (Государственный стандарт) / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2015 // URL : https://docs.cntd.ru/document/1200116026, (дата обращения – 12.05.2021).

8. ГОСТ 27751-2014 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения (Переиздание) : ГОСТ (Государственный стандарт) / Росстандарт. – Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2019

// URL : https://docs.cntd.ru/document/1200115736, (дата обращения – 12.05.2021).

9. ГОСТ 30674-99 Блоки оконные из поливинилхлоридных профилей. Технические условия (с Поправкой) : ГОСТ (Государственный стандарт) / МНТКС // Комитет РФ по вопросам архитектуры и строительств. – Официальное издание. М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2000 // URL : https://docs.cntd.ru/document/1200006565, (дата обращения – 12.05.2021).

10. ГОСТ 34350-2017 Техника пожарная. Основные пожарные автомобили. Общие технические требования. Методы испытаний [Электронный ресурс] : ГОСТ (Государственный стандарт) / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – Официальный сайт Росстандарта : URL : gost.ru по состоянию на 09.10.2019 // URL : https://docs.cntd.ru/document/1200160617, (дата обращения – 12.05.2021).

11. ГОСТ 8717-2016 Ступени бетонные и железобетонные. Технические условия : ГОСТ (Государственный стандарт) / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2017 // URL : https://docs.cntd.ru/document/1200141410, (дата обращения – 12.05.2021).

12. ГОСТ Р 12.2.143-2009 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Системы фотолюминесцентные эвакуационные. Требования и методы контроля (с Изменением N 1) : ГОСТ (Государственный стандарт) / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2010 // URL : https://docs.cntd.ru/document/1200073038, (дата обращения – 12.05.2021).

13. ГОСТ Р 12.3.047-2012 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля : ГОСТ (Государственный стандарт) / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. –

Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2014 // URL : https://docs.cntd.ru/document/1200103505, (дата обращения – 12.05.2021).

14. ГОСТ Р 53296-2009 Установка лифтов для пожарных в зданиях и сооружениях. Требования пожарной безопасности (Переиздание) : ГОСТ (Государственный стандарт) / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2019 // URL : https://docs.cntd.ru/document/1200071914, (дата обращения – 12.05.2021).

15. ГОСТ Р 58715-2019 Техника пожарная. Специальные пожарные автомобили. Общие технические требования. Методы испытаний : ГОСТ (Государственный стандарт) / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2020 // URL : https://docs.cntd.ru/document/1200169977, (дата обращения – 12.05.2021).

16. Дроздова, Т. И. Современные подходы определения расчетного времени эвакуации людей из зданий торгового назначения / Т. И. Дроздова, Д. С. Дроздов // XXI век. Техносферная безопасность. – № 4 (4). – С. 448 – 459.

17. Ижболдин, С. В. Пожарная безопасность в строительстве. Эвакуация людей при пожаре из зданий, сооружений и строений : Учебное пособие / С. В. Ижболдин, О. А. Мокроусова. – Екатеринбург: Уральский институт государственной противопожарной службы МЧС России, 2009. — 66 с.

18. Коршунов, И. В. Моделирование динамики начальной стадии пожара в театрах для обоснования их объемно-планировочных решений с целью обеспечения безопасной эвакуации : Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. 05.26.03. – Пожарная и промышленная безопасность (технические науки) / И. В. Коршунов. – М.: Академия государственной противопожарной службы, 2007. – 243 с.

19. Литвинцев, К. Ю. Проблемы применения численного моделирования при определении расчетных величин пожарного риска / К. Ю. Литвинцев, Е. С. Кирик, Е. А. Ягодка // Вычислительные технологии. – 2019. – Т. 24. – № 4. – С. 56 – 69.

20. Методические рекомендации по обеспечению требований пожарной безопасности в торговых центрах [Электронный ресурс] : МУ (Методические указания) / Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. – Официальный сайт МЧС России : URL : https://70.mchs.gov.ru/glavnoe-upravlenie/sily-i-sredstva/sufps8/novosti/3550010, (дата обращения – 20.04.2021).

21. Методические рекомендации по составлению планов тушения пожаров и карточек тушения пожаров [Электронный ресурс] : Письмо МЧС России от 01 марта 2013 № 43-956-18 «О Методических рекомендациях по составлению планов тушения пожаров и карточек тушения пожаров» / МЧС России. – Официальный сайт Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий [Электронный ресурс] : URL : https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/632, (дата обращения – 20.04.2021).

22. Мяэ, М. А. Моделирование и оптимизация эвакуации посредством клеточного автомата / М. А. Мяэ // Системный анализ в проектировании и управлении. – 2019. – С. 368 – 373.

23. Невдах, В. В. Моделирование пожара в помещении : Учебно-методическое пособие / В. В. Невдах. – Минск : БНТУ, 2015. – 65 с. : ил.

24. НПБ 104-03 Нормы пожарной безопасности «Системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожарах в зданиях и сооружениях» : НПБ (Нормы пожарной безопасности) // Приказ МЧС России от 20 июня 2003 № 104-03 «Об утверждении норм пожарной безопасности «Проектирование систем оповещения людей о пожаре в зданиях и

сооружениях» (НПБ 104-03) (с изменениями на 7 февраля 2008 года) / Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. – Официальные документы в образовании, N 33, ноябрь, 2003 // Приложение к «Российской газете», N 35, 2003 // Официальное издание, М.: ВНИИПО, 2003 // Российская газета, N 128, 03.07.2003 // URL : https://docs.cntd.ru/document/901866573, (дата обращения – 12.05.2021).

25. О пожарной безопасности : ФЗ (Федеральный закон) от 21 декабря 1994 «О пожарной безопасности (с изменениями на 27 декабря 2019 года)» / Государственная Дума. – Собрание законодательства Российской Федерации, N 35, 26.12.94, ст.3649 / Российская газета N 3, 05.01.95 / Приложение к «Российской газете», N 35, 2003 // URL : https://docs.cntd.ru/document/9028718, (дата обращения – 12.05.2021).

26. Парфёненко, А. П. Методология моделирования людских потоков и практика программирования их движения при эвакуации / А. П. Парфёненко // Пожаровзрывобезопасность. – 2014. – С. 37 – 46.

27. Пожары и пожарная безопасность в 2019 году : Статистический сборник. Под общей редакцией Д. М. Гордиенко. – М.: ВНИИПО, 2020, – 80 с.: ил. 30.

28. Положение о пожарно-спасательных гарнизонах [Электронный ресурс] : Приказ МЧС России от 25 октября 2017 № 467 «Об утверждении Положения о пожарно-спасательных гарнизонах (с изменениями на 28 февраля 2020 года)» / Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. – Официальный интернет-портал правовой информации : URL : pravo.gov.ru, 13.02.2018, N 0001201802130001 // URL : https://docs.cntd.ru/document/542610976, (дата обращения – 12.05.2021).

29. Полоз, Д. А. Моделирование процесса вынужденной эвакуации людей в помещении зрительного зала с учетом возможной неоднородности

людского потока в целях повышения безопасности людей при пожаре / Д. А. Полоз // Вестник Командно-инженерного института МЧС Республики Беларусь. – 2009.– №1(9). – С. 98 – 102.

30. Правила проведения личным составом федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы аварийно-спасательных работ при тушении пожаров с использованием средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения в непригодной для дыхания среде : Приказ МЧС России от 09 января 2013 № 3 «Об утверждении Правил проведения личным составом федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы аварийно-спасательных работ при тушении пожаров с использованием средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения в непригодной для дыхания среде» / МЧС России. – Российская газета, N 62, 22.03.2013 (без приложений к Правилам) // URL : https://docs.cntd.ru/document/902396377, (дата обращения – 12.05.2021).

31. Правила противопожарного режима в Российской Федерации : Постановление Правительства РФ от 15 мая 2012 №390 «О противопожарном режиме (с изменениями на 31 декабря 2020 года)» / Правительство РФ. – Собрание законодательства Российской Федерации, N 39, 28.09.2020, ст.6056 // Официальный интернет-портал правовой информации : URL : pravo.gov.ru, 25.09.2020, N 0001202009250010 // URL : https://docs.cntd.ru/document/565837297, (дата обращения – 12.05.2021).

32. Применение полевого метода математического моделирования пожаров в помещениях зданий : Методические рекомендации / ВНИИПО. – М.: 2003. – 35 с.

33. Присадков, В. И. К вопросу обеспечения пожарной безопасности торгово-развлекательных центров / В. И. Присадков, С. В. Муслакова, В. Е. Фадеев // Современные проблемы гражданской защиты. – 2020. – № 1 (34). – С. 49 – 59.

34. Самошин, Д. А. План эвакуации при пожаре : Учебное пособие / Д. А. Самошин, Р. Н. Истратов. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2016. – 80 с.

35. Седов, Д. В. Особенности определения расчетного времени эвакуации людей по внутренним открытым лестницам / Д. В. Седов, Р. Г. Шубкин // XXI век. Техносферная безопасность. – 2019. – № 4 (2). – С. 228 – 236.

36. Смагин, А. В. Моделирование выделения и распространения токсичных газов при пожарах в зданиях и сооружениях для обоснования их объемно-планировочных решений с целью обеспечения безопасной эвакуации людей : Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. 05.26.03. – Пожарная и промышленная безопасность (технические науки) / А. В. Смагин. – М.: Академия государственной противопожарной службы, 2008. – 270 с.

37. СО 153-34.21.122-2003 Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций : СО (Стандарт организации) / Министерство топлива и энергетики Российской Федерации. – Официальное издание. Серия 17. Документы по надзору в электроэнергетике. Вып.27. – М.: ОАО «НТЦ «Промышленная безопасность», 2006 // URL : https://docs.cntd.ru/document/1200034368, (дата обращения – 12.05.2021).

38. СП 1.13130.2020 Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы : СП (Свод правил) / Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. – Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2020 // URL : https://docs.cntd.ru/document/565248961, (дата обращения – 12.05.2021).

39. СП 10.13130.2020 Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Нормы и правила проектирования : СП (Свод правил) / МЧС России. – Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2020 // URL : https://docs.cntd.ru/document/566249684, (дата обращения – 12.05.2021).

40. СП 11.13130.2009 Места дислокации подразделений пожарной охраны. Порядок и методика определения (с Изменением N 1) : СП (Свод правил) / Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. – Официальное издание. М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009 // URL : https://docs.cntd.ru/document/1200071155, (дата обращения – 12.05.2021).

41. СП 112.13330.2011. СНиП 21-01-97* Пожарная безопасность зданий и сооружений (с Изменениями N 1, 2) : СП (Свод правил) / Минстрой России – Официальное издание. Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 2002 // URL : https://docs.cntd.ru/document/871001022, (дата обращения – 12.05.2021).

42. СП 113.13330.2016 Стоянки автомобилей. Актуализированная редакция СНиП 21-02-99* (с Изменением N 1) : СП (Свод правил) / Минстрой России. – Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2017 // URL : https://docs.cntd.ru/document/456044290, (дата обращения – 12.05.2021).

43. СП 118.13330.2012* Общественные здания и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009 (с Изменениями N 1, 2) : СП (Свод правил) / Минрегион России. – Официальное издание. М.: Минстрой России, 2014 // URL : https://docs.cntd.ru/document/1200092705, (дата обращения – 12.05.2021).

44. СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности (с Изменением N 1) : СП (Свод правил) / МЧС России – Официальное издание. М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009 // URL : https://docs.cntd.ru/document/1200071156, (дата обращения – 12.05.2021).

45. СП 131.13330.2018 СНиП 23-01-99* Строительная климатология : СП (Свод правил) / Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации. – Официальное издание. М.:

Стандартинформ, 2019 // URL : https://docs.cntd.ru/document/554402860, (дата обращения – 12.05.2021).

46. СП 138.13330.2012 Общественные здания и сооружения, доступные маломобильным группам населения. Правила проектирования (с Изменением N 1) : СП (Свод правил) / Федеральное агентство по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству. – Официальное издание. М.: Госстрой, ФАУ «ФЦС», 2013 // URL : https://docs.cntd.ru/document/1200101270, (дата обращения – 12.05.2021).

47. СП 140.13330.2012 Городская среда. Правила проектирования для маломобильных групп населения (с Изменением N 1) : СП (Свод правил) / Госстрой. – Официальное издание. М.: ФАУ «ФЦС», 2013 // URL : https://docs.cntd.ru/document/1200101266, (дата обращения – 12.05.2021).

48. СП 15.13330.2012 Каменные и армокаменные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-22-81* (с Изменениями N 1, 2, 3) : СП (Свод правил) / Министерство регионального развития Российской Федерации. – Официальное издание. М.: Минрегион России, 2012 // URL : https://docs.cntd.ru/document/1200092703, (дата обращения – 12.05.2021).

49. СП 17.13330.2017 Кровли. Актуализированная редакция СНиП II-26-76 (с Изменением N 1) : СП (Свод правил) / Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации. – Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2017 // URL : https://docs.cntd.ru/document/456081632, (дата обращения – 12.05.2021).

50. СП 2.13130.2020 Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты : СП (Свод правил) / МЧС России. – Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2020 // URL : https://docs.cntd.ru/document/565248963, (дата обращения – 12.05.2021).

51. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* (с Изменениями N 1, 2) [Электронный ресурс] : СП (Свод правил) / Министерство строительства и жилищно-коммунального

хозяйства Российской Федерации. – Официальный сайт Минстроя России : URL : https://minstroyrf.gov.ru/docs/13673, (дата обращения – 20.04.2021).

52. СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83* (с Изменениями N 1, 2, 3) : СП (Свод правил) / Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации. – Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2017 // URL : https://docs.cntd.ru/document/456054206, (дата обращения – 12.05.2021).

53. СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85 (с Опечаткой, с Изменениями N 1, 2, 3) : СП (Свод правил) / Министерство регионального развития Российской Федерации. – Официальное издание. М.: Минрегион России, 2011 // URL : https://docs.cntd.ru/document/1200084538, (дата обращения – 12.05.2021).

54. СП 255.1325800.2016 Здания и сооружения. Правила эксплуатации. Основные положения : СП (Свод правил) / Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации – Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2017 // URL : https://docs.cntd.ru/document/1200139958, (дата обращения – 12.05.2021).

55. СП 256.1325800.2016 Электроустановки жилых и общественных зданий. Правила проектирования и монтажа (с Изменениями N 1, 2, 3) : СП (Свод правил) / Минстрой России. – Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2017 // URL : https://docs.cntd.ru/document/1200139957, (дата обращения – 12.05.2021).

56. СП 3.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности : СП (Свод правил) / МЧС России – Официальный сайт МЧС России : URL : https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/svody-pravil/675, (дата обращения – 20.04.2021).

57. СП 306.1325800.2017 Многофункциональные торговые комплексы. Правила эксплуатации : СП (Свод правил) / Минстрой России. – Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2017 // URL : https://docs.cntd.ru/document/556330144, (дата обращения – 20.04.2021).

58. СП 4.13130.2013 Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям [Электронный ресурс] : СП (Свод правил) / МЧС России – Официальный сайт МЧС России : URL : https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/svody-pravil/5033, (дата обращения – 20.04.2021).

59. СП 400.1325800.2018 Многофункциональные центры по предоставлению государственных и муниципальных услуг. Правила проектирования : СП (Свод правил) / Минстрой России. – Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2019 // URL : https://docs.cntd.ru/document/552304875, (дата обращения – 12.05.2021).

60. СП 42.13330.2016 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89* : СП (Свод правил) / Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации. – Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2017 // URL : https://docs.cntd.ru/document/456054209, (дата обращения – 12.05.2021).

61. СП 426.1325800.2018 Конструкции фасадные светопрозрачные зданий и сооружений. Правила проектирования : СП (Свод правил) / Минстрой России. – Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2019 // URL : https://docs.cntd.ru/document/560396636, (дата обращения – 12.05.2021).

62. СП 430.1325800.2018 Монолитные конструктивные системы. Правила проектирования : СП (Свод правил) / Минстрой России. – Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2019 // https://docs.cntd.ru/document/554820823, (дата обращения – 12.05.2021).

63. СП 435.1325800.2018 Конструкции бетонные и железобетонные монолитные. Правила производства и приемки работ : СП (Свод правил) / Минстрой России. – Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2019 // URL : https://docs.cntd.ru/document/554818837, (дата обращения – 12.05.2021).

64. СП 437.1325800.2018 Электроустановки низковольтные зданий и сооружений. Правила проектирования защиты от поражения электрическим током : СП (Свод правил) / Минстрой России. – Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2019 // URL : https://docs.cntd.ru/document/554693254, (дата обращения – 12.05.2021).

65. СП 439.1325800.2018 Здания и сооружения. Правила проектирования аварийного освещения : СП (Свод правил) / Минстрой России. – Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2019 // URL : https://docs.cntd.ru/document/554818839, (дата обращения – 12.05.2021).

66. СП 45.13330.2017 Земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87 (с Изменениями N 1, 2) : СП (Свод правил) / Минстрой России. – Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2017 // URL : https://docs.cntd.ru/document/456074910, (дата обращения – 12.05.2021).

67. СП 464.1325800.2019 Здания торгово-развлекательных комплексов. Правила проектирования : СП (Свод правил) / Минстрой России. – Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2020 // URL : https://docs.cntd.ru/document/564542925, (дата обращения – 12.05.2021).

68. СП 484.1311500.2020 Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования: СП (Свод правил) / Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. – Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2020 // URL : https://docs.cntd.ru/document/566249686, (дата обращения – 12.05.2021).

69. СП 485.1311500.2020 Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования : СП (Свод правил) / Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. – Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2020 // URL : https://docs.cntd.ru/document/573004280, (дата обращения – 12.05.2021).

70. СП 5.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования (с Изменением N 1) : СП (Свод правил) / Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. – Официальное издание. М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009 // URL : https://docs.cntd.ru/document/1200071148, (дата обращения – 12.05.2021).

71. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 : СП (Свод правил) / Минрегион России. – Официальное издание. М.: Минрегион России, 2012 // URL : https://docs.cntd.ru/document/1200095525, (дата обращения – 12.05.2021).

72. СП 52-103-2007 Железобетонные монолитные конструкции зданий : СП (Свод правил) / ФГУП НИЦ. – Официальное издание. М.: ФГУП НИЦ Строительство, 2007 // URL : https://docs.cntd.ru/document/1200052457, (дата обращения – 12.05.2021).

73. СП 59.13330.2016 Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения. Актуализированная редакция СНиП 35-01-2001 : СП (Свод правил) / Минстрой России. – Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2017 // URL : https://docs.cntd.ru/document/456033921, (дата обращения – 12.05.2021).

74. СП 63.13330.2018 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. СНиП 52-01-2003 (с Изменением N 1) : СП (Свод

правил) / Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации. – Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2019 // URL : https://docs.cntd.ru/document/554403082, (дата обращения – 12.05.2021).

75. СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87 (с Изменениями N 1, 3) : СП (Свод правил) / Минрегион России – Официальное издание. М.: Госстрой, ФАУ «ФЦС», 2013 // URL : https://docs.cntd.ru/document/1200097510, (дата обращения – 12.05.2021).

76. СП 8.13130.2020 Системы противопожарной защиты. Наружное противопожарное водоснабжение. Требования пожарной безопасности : СП (Свод правил) / МЧС России. – Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2020 // URL : https://docs.cntd.ru/document/565391175, (дата обращения – 12.05.2021).

77. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности (с изменениями на 27 декабря 2018 года) : ФЗ (Федеральный закон) от 22 июля 2008 №123–ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности (с изменениями на 27 декабря 2018 года)» // Государственная Дума. – Парламентская газета, N 47-49, 31.07.2008 (без приложения) // Российская газета, N 163, 01.08.2008 // Собрание законодательства Российской Федерации, N 30, 28.07.2008, (ч.I), ст.3579 // URL : https://docs.cntd.ru/document/902111644, (дата обращения – 12.05.2021).

78. Холщевников, В. В. Эвакуация и поведение людей при пожарах : Учебное пособие / В. В. Холщевников, Д. А. Самошин. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2009. – 212 с.

79. Чумахан, М. А. Организация пожаротушения в торгово-развлекательных центрах / М. А. Чумахан, Е. А. Кондракова // Символ науки. – 2019. – № 11. – С. 36 – 37.

80. Эвакуация и поведение людей при пожарах : Учебное пособие / В. В. Холщевников [и др.]. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2015. – 262 с.

81. Cłapa, I. Human behaviour as one of the factors determining the course of the evacuation process / I. Cłapa, M. Dziubiński // Z PRAKTYKI DLA PRAKTYKI. – 2014. – BiTP Vol. 35 Issue 3. – PP. 149 – 158.

82. Jevtic Radoje, B. Safety in residential buildings - evacuation from residential buildings without fire escape stairs / B. Jevtic Radoje // VOJNOTEHNI ČKI GLASNIK / MILITARY TECHNICAL COURIER. – 2021. – Vol. 69, Issue 1. – 148 – 178.

83. Maślak, M. The impact of the fire source location on fire development in a large-space steel commercial building / M. Maślak, P. Woźniczka // BEZPIECZEŃSTWO I TECHNIKA POŻARNICZA. – 2017. – BITP Vol. 45 Issue 1. – PP. 154–169.

84. Orłowska, I. The stochastic nature of the fire evacuation of people from buildings / I. Orłowska, M. Dziubiński // BEZPIECZEŃSTWO I TECHNIKA POŻARNICZA. – 2018. – BITP VOL. 50 ISSUE 2. – PP. 90 – 106.

85. Salamonowicz, Z. Emergency scenarios during accidents involving LPG. Bleve explosion mechanism / Z. Salamonowicz, M. Majder-Łopatka // BADANIA I ROZWÓJ. – 2013. – BiTP Vol. 30 Issue 2. – PP. 31 – 39.