

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)

20.04.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Управление пожарной безопасностью

(направленность (профиль)/специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)

на тему Исследование и обоснование требований пожарной безопасности при проектировании путей эвакуации с учётом классов конструктивной пожарной опасности зданий

Обучающийся

О.Н. Калашникова

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Научный
руководитель
Консультант

к.т.н., И.И. Рашоян

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

к.э.н., доцент, Т.Ю. Фрезе

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2022

Содержание

Введение.....	3
Термины и определения	6
Перечень сокращений и обозначений.....	7
1 Теоретические аспекты обеспечения пожарной безопасности путей эвакуации	8
1.1 Требования нормативно-правовых актов к пожарной безопасности путей эвакуации.....	8
1.2 Эвакуационные пути в зданиях дошкольных образовательных учреждений	11
1.3 Пожарная безопасность и обеспечение эвакуации в зданиях образовательных учреждений зарубежных стран	13
2 Анализ объекта исследования и существующих мер безопасности по обеспечению пожарной безопасности	22
2.1 Оперативно-тактическая характеристика объекта исследования.....	22
2.2 Анализ безопасности путей эвакуации исследуемого объекта.....	31
3 Предложения по повышению уровня пожарной безопасности путей эвакуации исследуемого объекта	53
3.1 Патентно-информационный обзор мер, направленных на обеспечение пожарной безопасности путей эвакуации в зданиях дошкольных образовательных учреждений.....	53
3.2 Разработка дополнительных объемно-планировочных решений и организационно-технических мероприятий, способствующих своевременной эвакуации	59
3.3 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности	65
Заключение	72
Список используемых источников.....	79

Введение

Сегодня технологические меры, которые направлены на эвакуацию из зданий, в основном используются в качестве компенсации, если правила безопасности не могут быть достигнуты обычными средствами из-за специфических характеристик здания или находящихся в них людей.

Однако технологические меры обеспечивают гибкое проектирование и помогают обойти дилеммы (особенно в отношении существующих зданий).

Достижение требуемого уровня безопасности является наиболее важной мерой из всех. Однако технология получает высокий уровень признания только в том случае, если она экономически эффективна. Этого можно добиться с помощью индивидуально подобранных стратегий обеспечения безопасности, в которые интегрированы технологические меры.

Спектр рисков, из которого вытекают требования к проектированию зданий, широк. Следовательно, существует целый ряд факторов, влияющих на эвакуацию из здания. Все люди, находящиеся в здании в чрезвычайной ситуации, должны покинуть здание невредимыми и иметь возможность безопасно выбраться наружу или спастись в безопасном месте без помощи третьей стороны. Поэтому требования в отношении эвакуации к проектировщикам и владельцам зданий высоки [2].

Актуальность и научная значимость настоящего исследования обуславливается тем, что обеспечение своевременной эвакуации детей из помещений детских дошкольных учреждений является первостепенной задачей работников данных учреждений, которая направлена на предотвращение травматизма и гибели детей при пожаре.

Объект исследования: детские дошкольные учреждения.

Предмет исследования: требования пожарной безопасности к путям эвакуации из помещений детских дошкольных учреждений.

Цель исследования – разработать дополнительные объемно-планировочные решения и организационно-технические мероприятия,

обеспечивающие своевременную эвакуацию детей из помещений детских дошкольных учреждений.

Гипотеза исследования состоит в том, что за счёт моделирования процессов эвакуации и анализа рисков при эвакуации детей из помещений детских дошкольных учреждений, позволять разработать дополнительные объемно-планировочные решения и организационно-технические мероприятия, обеспечивающие своевременную эвакуацию детей из помещений детских дошкольных учреждений.

В соответствии с поставленной в работе целью, определены следующие задачи:

- провести анализ требований нормативно-правовых актов к пожарной безопасности путей эвакуации;
- исследовать требования к безопасности эвакуационных путей в зданиях дошкольных образовательных учреждений;
- исследовать пожарную безопасность и обеспечение эвакуации в зданиях образовательных учреждений зарубежных стран;
- произвести анализ оперативно-тактической характеристики объекта исследования;
- проанализировать безопасность путей эвакуации исследуемого объекта;
- представить исследование в форме моделирования процессов эвакуации;
- произвести патентно-информационный обзор мер, направленных на обеспечение пожарной безопасности путей эвакуации в зданиях дошкольных образовательных учреждений;
- разработать дополнительные объемно-планировочные решения и организационно-технические мероприятия, способствующие своевременной эвакуации.

Теоретико-методологическую основу исследования составили: статистические данные по пожарам в детских дошкольных учреждениях.

Базовыми для настоящего исследования явились также: исследования по особенностям обеспечения эвакуации из зданий образовательных учреждений.

Методы исследования: анализ статистических данных, расчёты времени эвакуации.

Опытно-экспериментальная база исследования: детские дошкольные учреждения на территории ГУ МЧС России по Тюменской области.

Научная новизна исследования заключается в разработке современных объемно-планировочных решений и организационно-технических мероприятий, обеспечивающих своевременную эвакуацию детей из помещений детских дошкольных учреждений.

Теоретическая значимость исследования заключается в разработке рекомендаций по обеспечению безопасной эвакуации из детских дошкольных учреждений.

Практическая значимость исследования заключается в обеспечении безопасности путей эвакуации в действующих детских дошкольных учреждениях.

Достоверность и обоснованность результатов: выполнен анализ данных зарубежных организаций по пожарам в детских дошкольных учреждениях.

Личное участие в проведении занятий Главного управления МЧС России по Тюменской области по разбору пожаров на территории субъектов РФ.

Апробация и внедрение результатов работы велись в течение всего исследования. Его результаты докладывались на тренировочных пожарно-тактических занятиях и контрольных пожарно-тактических учениях с участием подразделений Главного управления МЧС России по Тюменской области.

На защиту выносятся:

- результаты анализа объекта исследования и существующих мер безопасности по обеспечению пожарной безопасности;

- результаты патентно-информационного обзора мер, направленных на обеспечение эвакуации из зданий дошкольных образовательных учреждений;
- результаты моделирования процессов эвакуации из здания дошкольного образовательного учреждения, расположенного по адресу Тюменская область, город Тюмень, ЖК «Плеханово», д/с №50 корпус 8;
- разработанные дополнительные объемно-планировочные решения и организационно-технические мероприятия, способствующие своевременной эвакуации.

Структура магистерской диссертации обусловлена целью и задачами исследования, состоит из трёх разделов и содержит 33 рисунка, 9 таблиц, список используемых источников (35 источников). Основной текст работы изложен на 85 страницах.

Термины и определения

В настоящей работе применяют следующие термины с соответствующими определениями.

Меры пожарной безопасности – действия по обеспечению пожарной безопасности, в том числе по выполнению требований пожарной безопасности.

Правила пожарной безопасности – «вид нормативного документа по пожарной безопасности, регламентирующего для группы однородных объектов защиты или видов деятельности требования пожарной безопасности, которые устанавливают правила (положения, описывающие действия, предназначенные для выполнения) поведения людей, порядок организации производства, выполнения работ (услуг) и содержания помещений, зданий (сооружений) и территории, обеспечивающие безопасность людей, предупреждение и тушение пожара» [9].

Противопожарный режим – комплекс установленных норм поведения людей, правил выполнения работ и эксплуатации объекта (изделия), направленных на обеспечение его пожарной безопасности [9].

Система обеспечения пожарной безопасности – «совокупность сил и средств, а также мер правового, организационного, экономического, социального и научно-технического характера, направленных на борьбу с пожарами» [21].

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

В настоящем отчете применяются следующие сокращения:

АПС – автоматическая пожарная сигнализация.

ДОУ – детское образовательное учреждение.

ИТП – индивидуальный тепловой пункт.

МГН – маломобильные группы населения.

НИР – научно-исследовательская работа.

ОФП – опасные факторы пожара.

ПК – пожарный кран.

ПТМ – пожарно-технический минимум.

СОУЭ – система оповещения и управления эвакуацией.

СНиП – строительные нормы и правила.

СП – свод правил.

СПДЗ – система противодымной защиты.

ФЗ – федеральный закон.

ЩМП – щит с монтажной панелью.

ISO – Международная организация по стандартизации.

NUT – Национальный союз учителей.

1 Теоретические аспекты обеспечения пожарной безопасности путей эвакуации

1.1 Требования нормативно-правовых актов к пожарной безопасности путей эвакуации

Законодательной базой и нормативно-правовыми актами, регламентирующими пожарную безопасность путей эвакуации, являются:

- Федеральный закон № 390-ФЗ от 28.12.2010 г. «О безопасности» [10];
- Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479 (ред. от 21.05.2021) «О противопожарном режиме» (вместе с «Правилами противопожарного режима в Российской Федерации»);
- Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [28];
- СП 1.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы» [20];
- СП 3.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности» [22];
- СП 4.13130.2013 «Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара» [23];
- СП 484.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования» [24];
- СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение» Актуализированная редакция СНиП 23-05-95* (утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 7 ноября 2016 г. N 777/пр).

В зависимости от количества мест в детском саду здание должно иметь соответствующее конструктивное и объемно-планировочное исполнение, а именно:

- до 50 мест – в одноэтажном здании любой степени огнестойкости и любого класса конструктивной пожарной опасности;
- до 100 мест – в одноэтажном здании III степени огнестойкости и класса конструктивной пожарной опасности С1;
- до 150 мест – в одно или двухэтажных зданиях II степени огнестойкости и класса конструктивной пожарной опасности С1;
- до 350 мест – в зданиях до трех этажей включительно I степени огнестойкости и класса конструктивной пожарной опасности С0 или С1, а также в зданиях этажей включительно II степени огнестойкости и класса конструктивной пожарной опасности С0.

Для этого должно быть предусмотрено следующее:

- каждая групповая ячейка должна иметь не менее двух эвакуационных выходов, при этом один из выходов предусматривается непосредственно из групповой ячейки;
- каждый этаж здания должен иметь не менее двух эвакуационных выходов;
- в качестве второго, третьего и последующих эвакуационных выходов со второго этажа допускается использовать наружные открытые лестницы с уклоном не более 45° (кроме зданий детских дошкольных учреждений для детей с нарушениями физического и умственного развития, а также детских дошкольных учреждений общего типа III-V степеней огнестойкости);
- ширина таких лестниц должна быть не менее 0,8 м, а ширина сплошных проступей их ступеней – не менее 0,2 м;
- высота ограждений лестниц, используемых детьми, должна быть не менее 1,2 м, а в дошкольных учреждениях для детей с нарушением

умственного развития – 1,8 или 1,5 м при сплошном ограждении сеткой;

- в ограждении лестниц вертикальные элементы должны иметь просвет не более 0,1 м (горизонтальные членения в ограждениях не допускаются);
- высота ограждения крылец при подъеме на три и более ступеньки должна быть не менее 0,8 м;
- на остекленных дверях в детских дошкольных учреждениях должны предусматриваться защитные решетки до высоты не менее 1,2 м.

Для трехэтажных зданий детских садов предъявляются дополнительные требования:

- степень огнестойкости здания должна быть не ниже II;
- на третьем этаже допускается размещать только помещения для старших групп, залы для музыкальных и физкультурных занятий, а также служебно-бытовые помещения и прогулочные веранды;
- из помещений второго и третьего этажей, предназначенных для одновременного пребывания более 10 человек, должны быть предусмотрены рассредоточенные выходы на две лестничные клетки;
- коридоры, соединяющие лестничные клетки, необходимо разделять противопожарными перегородками не ниже второго типа из условия обеспечения выхода из каждой групповой ячейки в разные отсеки коридора;
- входные двери групповых ячеек должны быть выполнены с уплотнением в притворах [29].

В детских садах при применении третьего типа системы оповещения и выше оповещаются только персонал при помощи специального текста оповещения. Такой текст не должен содержать слов, способных вызвать панику, например: «Всему персоналу! Ситуация 01!».

1.2 Требования к эвакуационным путям в зданиях дошкольных образовательных учреждений

Рассмотрим требования к эвакуационным путям в зданиях дошкольных образовательных учреждений.

Не менее двух эвакуационных выходов должны иметь: помещения класса Ф1.1, предназначенные для одновременного пребывания более 10 чел;

Высота эвакуационных выходов в свету должна быть не менее 1,9 м, ширина не менее: 1,2 м – из помещений класса Ф1.1 при числе эвакуирующихся более 15 человек.

Коридоры, соединяющие лестничные клетки, необходимо разделять samozакрывающимися дверями с уплотнением в притворах для обеспечения выходов из каждой групповой ячейки в разные отсеки коридора [1].

Ширина коридоров и галерей на путях эвакуации в зданиях детских садов должна быть не менее 1,4 м. Для специализированных детских садов, предназначенных для посетителей передвигающихся в инвалидном кресле-коляске, ширину коридоров и галерей на путях эвакуации следует принимать не менее 1,6 м.

В зданиях детских садов следует предусматривать один вход не более чем на 4 группы. В детских садах общего типа ясельные группы (для детей до 3 лет) следует располагать преимущественно на 1-м этаже, с самостоятельными входами с участка.

Допускается общий вход с общей лестницей для детей двух ясельных групп, размещаемых на 2-м этаже. На 1-м этаже при входе для этих групп могут предусматриваться туалеты (отдельные для каждой ясельной группы) для пользования детьми во время прогулки [19].

Второй эвакуационный выход из групповой ячейки может предусматриваться из любого ее помещения. Это выход со второго этажа допускается предусматривать по наружной лестнице.

Через блокируемый со школой детсад не допускается предусматривать транзитный эвакуационный путь школьников.

В детсадах вместимостью 7 и более групп из изолятора необходимо предусматривать отдельный наружный выход.

Открытые террасы на уровне второго, третьего этажей, эксплуатируемых кровель необходимо проектировать с организацией второю эвакуационного выхода с каждой террасы.

Устройство второго эвакуационного выхода с эксплуатируемой кровли или с террасы в уровне третьего этажа по наружной металлической лестнице не допускается.

Перепады уровней высотой 0,15 м и более должны выполняться в виде пандусов или лестниц.

Лестницы, имеющие более 3 ступеней, и пандусы с перепадом уровней более 0,15 м (если они не проложены по естественному рельефу) должны иметь ограждения с поручнями для детей.

Высота ограждений лестниц, балконов, террас, переходов-мостиков, антресольных, этажей должна быть не менее 1,1 м.

Вдоль всех лестниц в здании детских садов, кроме технических, необходимо предусматривать поручни для взрослых (на высоте 0,85 м) и для детей (на высоте 0,5 м).

В помещениях, связанных с пребыванием детей, ковры, паласы, ковровые дорожки должны быть жестко прикреплены к полу.

В зданиях детских учреждений проживание обслуживающего персонала и других лиц не допускается.

Проектирование саун (бань сухого жара) в зданиях ДОО не допускается.

Расположение оконных проемов групповых и спален непосредственно над окнами кухни, постирочной, туалетных – не допускается.

В детских садах общего типа для вертикальной транспортировки пищи следует предусматривать грузовые лифты или грузовые подъемники. Лифт

следует предусматривать вблизи раздаточной пищеблока с тамбуром при выходе в общее коммуникационно-рекреационное пространство здания или непосредственно примыкающим к раздаточной.

1.3 Пожарная безопасность и обеспечение эвакуации в зданиях образовательных учреждений зарубежных стран

Рассмотрим опыт зарубежных стран в обеспечении безопасности эвакуационных путей в зданиях дошкольных образовательных учреждений.

В период с 2015 по 2019 год пожарные службы США ежегодно сообщали в среднем о 590 пожарах в детских садах, в результате которых в среднем 8 гражданских лиц получили ранения в результате пожара, прямой материальный ущерб составил 4,5 миллионов долларов. Большинство пожаров произошло между 6:00 утра и 3:00 вечера, и основной причиной было кухонное оборудование (64%) [31].

Пожары в учебных заведениях случаются каждый год. В 2004 году в Кумбаконаме, Индия, произошел школьный пожар, в результате которого 87 детей погибли и 27 получили ранения, поскольку загорелась соломенная крыша. Пожарным и спасателям мешало отсутствие доступа в трехэтажное здание, в котором был только один вход и одна лестница. В 2009 году в Мексике произошел пожар в детском саду, где 47 маленьких детей погибли из-за распространения пламени с соседнего склада, в котором не было никаких надлежащих мер безопасности.

В Японии в последнее время число учащихся в детских садах становится все больше и больше. Во многом это связано с социальным прогрессом женщин, с увеличением числа работающих матерей. Кроме того, число домохозяйств, состоящих из трех поколений, сокращается [33].

Детские сады традиционно представляют собой малоэтажные сооружения с детской площадкой, но отмена регулирования закона теперь позволяет размещать детские сады на средних этажах высотных зданий.

В Японии возраст учащихся детских садов, как правило, от младенчества до пяти лет, что означает, что они не могут самостоятельно эвакуироваться из помещения во время пожара. А схема планирования безопасной эвакуации из зданий недостаточно изучена, поэтому в Японии сейчас изучается практика проведения противопожарных учений и проводятся опросы воспитателей детских садов.

Детские сады Японии можно условно разделить на «лицензированные детские сады», которые утверждены правительством префектуры в соответствии с Законом о защите детей, «Сертифицированные детские сады», которые удовлетворяют определенным требованиям к строительству и уведомляют правительство о своём функционировании, и «другие» [34].

В то время как утвержденные детские сады составляют около 83% от общего числа, сертифицированные детские сады составляют около 54%, а сертифицированные детские сады часто объединяются с другими объектами в одном здании.

Исходя из вышеизложенной ситуации, факторы, влияющие на требования к безопасности путей эвакуации детей из детских садов, будут определены для каждого из детских садов одного типа и комплексного типа.

В последние годы в Китае потребности детских садов возросли в связи с развитием многодетной семьи. В прошлом детские сады имели обособленное здание и обычно планировались в масштабе около 2 этажей. Однако из-за резкого роста цен на землю и повышения стандартов строительства, установка многоцелевых зданий на высоких этажах диверсифицировалась, например, установка многоцелевых высотных зданий.

При размещении детского сада на верхнем этаже сложного здания уделяется особое внимание «эвакуации в вертикальном направлении» и «слиянию эвакуации» с людьми из других помещений, эвакуационная способность которых отличается от детей дошкольного возраста [5].

Каждый год примерно 90 000 британских дошкольников прерывают учебу из-за пожара. Пожарная безопасность в детских садах невероятно

важна, и хотя ни одно детское учреждение не застраховано от рисков пожара, они могут снизить вероятность возникновения пожара, соблюдая строгие правила пожарной безопасности.

Из более чем 32000 детских образовательных учреждений в Великобритании только 400 оснащены спринклерными системами пожаротушения. Национальный союз учителей (NUT) подсчитал, что пожары обходятся в 100 миллионов фунтов стерлингов в год, причем во многих случаях поджоги вызывают растущую озабоченность [32].

В 2004-2007 годах Департамент по делам общин и местного самоуправления объявил, что средняя стоимость пожаров для детских образовательных учреждений составляла 58 миллионов фунтов стерлингов в год. В 2008 году эта цифра возросла до 70 миллионов фунтов стерлингов. Однако с тех пор это число неуклонно сокращается из года в год.

В среднем в Великобритании регистрируется три пожара в детских образовательных учреждениях в день. Ошеломляющие 75% этих пожаров являются результатом поджогов.

До 2006 года школы очень редко рассматривались в законодательстве Великобритании о пожарной безопасности. Хотя в Великобритании действовало около 70 законодательных актов, касающихся пожарной безопасности, в 2001 году было принято решение упростить это законодательство, сделав упор на включение школ.

Это упрощение было достигнуто с помощью «Приказа о реформе регулирования (пожарной безопасности) 2005 года». Этот приказ вступил в силу 1 октября 2006 года и был разработан для обеспечения минимального стандарта пожарной безопасности для большинства нежилых помещений в Великобритании [35].

В приказе излагается обязательство для всех рабочих мест назначить ответственное лицо, чтобы убедиться, что школа готова к предотвращению пожара, выявлению любых потенциальных рисков пожара и проведению

противопожарных учений, среди прочих жизненно важных мер пожарной безопасности.

Ответственное лицо или пожарный инспектор, действующий от их имени, должны выполнять особые обязанности по пожарной безопасности. Они включают в себя проведение оценки риска пожара. Если в компании занято более пяти человек, эта оценка рисков должна быть представлена в письменном виде.

Все школы должны соблюдать Постановление о реформе регулирования 2005 года для защиты персонала, учащихся и посетителей от возникновения и возможного ущерба, связанного с пожарами в школах.

Во всех школах Великобритании местная пожарно-спасательная служба посещает школьные помещения и проверяет оценку риска пожара и имеющиеся методы предотвращения пожара.

Если школа считается небезопасной или нарушает Постановление о реформе законодательства 2005 года, в зависимости от тяжести нарушения будут выписаны штрафы.

Если будет решено, что школа находится в такой большой опасности пожара, и что вход в помещение должен быть предотвращен в качестве меры предосторожности, назначенному ответственному лицу будет направлено уведомление о запрете. Уведомления о запрете вступают в силу сразу же после получения, а за несоблюдение применяются строгие санкции.

В 2019 году Лондонская пожарная команда опубликовала отчет, в котором говорится, что из 57 школьных пожаров, на которые они реагировали, ни одно из зданий не было оборудовано системами пожаротушения. Пожарная служба Лондона считает, что все школы должны быть оборудованы системами пожаротушения в качестве стандартной меры предосторожности.

Приказ о реформе регулирования требует, чтобы все системы управления пожарной безопасностью в школах включали планирование эвакуации и учения по технике безопасности.

Строительные нормы и стандарты пожарной безопасности в Канаде постоянно совершенствуются и обновляются, однако только недавно эти стандарты начали учитывать необходимость обеспечения доступности эвакуационных выходов и безопасности путей эвакуации.

Концепции универсального дизайна и универсальной пожарной безопасности в настоящее время внедряются в качестве глобального подхода к проектированию, разработке, управлению и эксплуатации зданий и коммуникационных систем.

Комитет Международной организации по стандартизации (ISO) под названием «Доступность и удобство использования встроенной среды» посвятил значительные усилия разработке положения об эвакуации детей, стариков и инвалидов.

После катастрофы в Соединенных Штатах 11 сентября 2001 года Национальный институт стандартов и технологий изучил характеристики здания, процедуры эвакуации при пожаре и изучил опыт разных людей с нарушениями подвижности. Например, один выживший, страдающий параличом нижних конечностей, ранее участвовал в эвакуации и имел комплексный план, который включал использование устройства для эвакуации при пожаре.

«Противопожарные правила в зданиях являются важным фактором, определяющим пожарную безопасность детских садов. Основной целью этих правил является установление требований, связанных с проектированием и поддержанием показателей пожарной безопасности» [18]. Основное внимание будет уделено категории использования детских садов, установкам пожарной безопасности для этих учреждений, инструкциям для персонала и противопожарным учениям.

Правила трех разных стран обсуждаются ниже.

В Дании центры дневного ухода относятся к категории использования в зависимости от здания.

Правило, которое определяется как секции здания для дневного времени и в некоторых случаях в ночное время, когда людям, занимающим здание, требуется помощь для эвакуации в безопасное место. Для этой категории обязательна автоматическая система пожарной сигнализации, которая предупреждает только персонал, но это правило распространяется только на здания, построенные после 2004 года, поэтому во многих детских садах Дании нет сигнализации, систем предупреждения дыма. Кроме того, в учреждениях дневного ухода не обязательно проводить учения по эвакуации или противопожарные учения. Что касается системы образования в Дании, то родители начинают отдавать своих детей с 6-месячного возраста в детские сады.

В 2004 году Дания заменила предписывающие противопожарные нормы нормами, основанными на производительности, что дает проектировщикам зданий больше свободы с точки зрения количества выходов, противопожарной системы.

Службы здравоохранения и социального обеспечения – США (которые являются органом, обладающим юрисдикцией в этом штате), указывают, что не реже одного раза в месяц для всех присутствующих детей и взрослых должны проводиться учения по эвакуации при пожаре с использованием не менее двух способов выхода, а также что противопожарные учения должны быть зарегистрированы для дальнейших проверок. Также Национальная ассоциация противопожарной защиты.

Кодекс безопасности жизнедеятельности ® (NFPA 101) устанавливает требования, которым должны следовать новые и уже существующие учреждения дневного ухода. В зависимости от типа конструкции и высоты здания могут потребоваться спринклерные системы.

Соотношение взрослых и детей различно в разных странах. В Соединенных Штатах определено соотношение числа взрослых и детей в зависимости от типа учреждения дневного ухода:

- семейные детские сады: 1:6 и должно быть не более двух детей, неспособных к самосохранению,
- групповые детские сады: 2:12 детей и не должно быть более трех детей, неспособных к самосохранению.

В Канаде сотрудники детского сада должны быть проинструктированы о своих обязанностях в случае пожара перед началом работы, и не реже одного раза в месяц проводятся противопожарные учения.

Тем не менее, существует мало исследований по мерам безопасной эвакуации детей из детского сада к месту эвакуации в случае стихийного бедствия, такого как пожар, и в исследовании наблюдается незначительный прогресс.

Вывод по разделу.

В ходе выполнения задач исследования было выяснено, что:

- каждая групповая ячейка должна иметь не менее двух эвакуационных выходов, при этом один из выходов предусматривается непосредственно из групповой ячейки;
- каждый этаж здания должен иметь не менее двух эвакуационных выходов;
- в качестве второго, третьего и последующих эвакуационных выходов со второго этажа допускается использовать наружные открытые лестницы с уклоном не более 45° (кроме зданий детских дошкольных учреждений для детей с нарушениями физического и умственного развития, а также, детских дошкольных учреждений общего типа III-V степеней огнестойкости);
- ширина таких лестниц должна быть не менее 0,8 м, а ширина сплошных проступей их ступеней – не менее 0,2 м;
- высота ограждений лестниц, используемых детьми, должна быть не менее 1,2 м, а в дошкольных учреждениях для детей с нарушением

умственного развития – 1,8 или 1,5 м при сплошном ограждении сеткой;

- в ограждении лестниц вертикальные элементы должны иметь просвет не более 0,1 м (горизонтальные членения в ограждениях не допускаются);
- высота ограждения крылец при подъеме на три и более ступеньки должна быть не менее 0,8 м;
- на остекленных дверях в детских дошкольных учреждениях должны предусматриваться защитные решетки до высоты не менее 1,2 м.

«Противопожарные правила в зданиях являются важным фактором, определяющим пожарную безопасность детских садов» [18].

«Основной целью этих правил является установление требований, связанных с проектированием и поддержанием показателей пожарной безопасности» [18].

Основное внимание будет уделено категории использования детских садов, установкам пожарной безопасности для этих учреждений, инструкциям для персонала и противопожарным учениям.

В Японии в последнее время число учащихся в детских садах становится все больше и больше. Во многом это связано с социальным прогрессом женщин, с увеличением числа работающих матерей. Кроме того, число домохозяйств, состоящих из трех поколений, сокращается.

Детские сады традиционно представляют собой малоэтажные сооружения с детской площадкой, но отмена регулирования закона теперь позволяет размещать детские сады на средних этажах высотных зданий.

В Японии возраст учащихся детских садов, как правило, от младенчества до пяти лет, что означает, что они не могут самостоятельно эвакуироваться из помещения во время пожара. А схема планирования безопасной эвакуации из зданий недостаточно изучена, поэтому в Японии

сейчас изучается практика проведения противопожарных учений и проводятся опросы воспитателей детских садов.

Детские сады Японии можно условно разделить на «лицензированные детские сады», которые утверждены правительством префектуры в соответствии с Законом о защите детей, «Сертифицированные детские сады», которые удовлетворяют определенным требованиям к строительству и уведомляют правительство о своём функционировании, и «другие».

В то время как утвержденные детские сады составляют около 83% от общего числа, сертифицированные детские сады составляют около 54%, а сертифицированные детские сады часто объединяются с другими объектами в одном здании.

Исходя из вышеизложенной ситуации, факторы, влияющие на требования к безопасности путей эвакуации детей из детских садов, будут определены для каждого из детских садов одного типа и комплексного типа.

2 Анализ объекта исследования и существующих мер безопасности по обеспечению пожарной безопасности

2.1 Оперативно-тактическая характеристика объекта исследования

Детский сад на 260 мест, расположенный по адресу Тюменская область, город Тюмень, ЖК «Плеханово», д/с №50 корпус 8.

Фасад здания выходит на земельный участок учреждения, прилегающий к частному сектору, боковые стороны зданий – на прилегающие улицы поселка, тыльная сторона здания и въездные ворота – на центральную дорогу поселка. Здание и прилегающая территория имеет ограждение – забор высотой 1,5 м (металлическая высечка на кирпичных и металлических столбах). С фасада – подъезда к зданию нет. С тыльной стороны и боковых сторон – ограждение. Расстояние от здания до ограждения:

- тыльная сторона – 13 м;
- правая боковая – 25 м;
- левая боковая – 10,5 м.

Ограждение: металлическая высечка на кирпичных и металлических столбах, высота ограждения – 1,5 м. Состояние ограждения удовлетворительное – разрывов, проемов, лазов нет.

Здание обеспечено противопожарным водоснабжением [25].

«Въездные ворота – металлическая высечка на металлических уголках, ворота крепятся к кирпичным столбам, закрываются на навесной амбарный замок» [9]. Протяженность ограждения по периметру территории – 401,3 м.

Основной подъезд автотранспорта к зданию Детского сада организован с ул. Куйбышева. Для обеспечения проезда пожарных машин вокруг здания предусмотрены проезды шириной не менее 3,5 м. Расстояние от наружных стен до края проезда не менее 5,0 м и не более 8,0 м.

«Дошкольное образовательное учреждение на 13 групп (260 мест) располагается в отдельно стоящем 2-х этажном здании с подвалом» [6].

«В подвале детского сада располагается:

- постирочная с сушильной и гладильной;
- предусмотрены помещения приема и выдачи белья;
- мастерская для мелкого ремонта инвентаря;
- кладовая хранения люминесцентных ламп;
- инженерные помещения (вентиляционные камеры, узел ввода, ИТП)» [6].

«На 1-ом этаже детского сада расположены следующие помещения:

- групповые ячейки (на 7 групп по 20 мест каждая);
- гимнастический зал;
- кружковое помещение;
- пищеблок с подсобными помещениями;
- медицинский блок;
- комната охраны» [6].

Схема 1-го этажа представлена на рисунке 1.

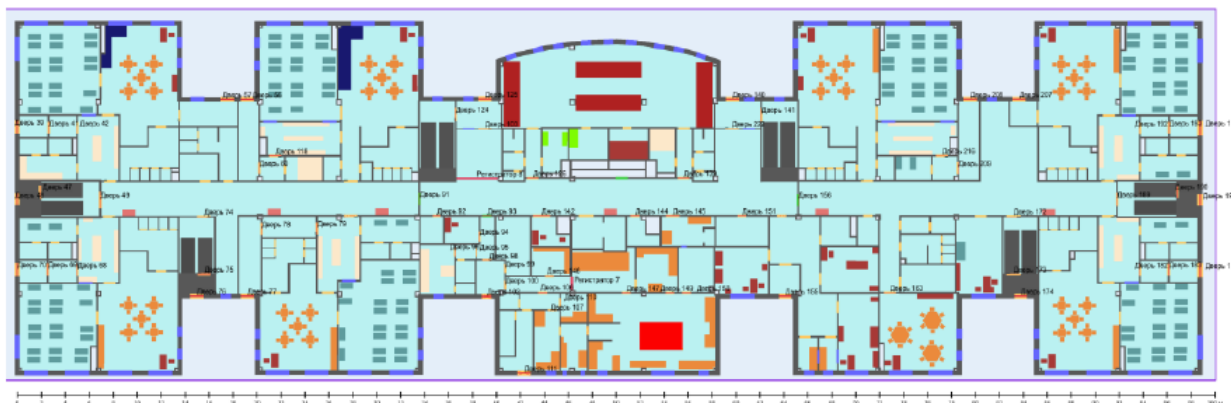


Рисунок 1 – Схема 1-го этажа

«На 2-ом этаже расположены следующие помещения:

- групповые ячейки (на 6 групп по 20 мест каждая);

- музыкальный зал с кабинетом музыкального руководителя и кладовой;
- актовый зал;
- методический кабинет;
- кабинет социального педагога;
- кабинет логопеда;
- комната приема пищи персонала;
- пост пожарной охраны;
- административные помещения» [6].

Схема 2-го этажа представлена на рисунке 2.

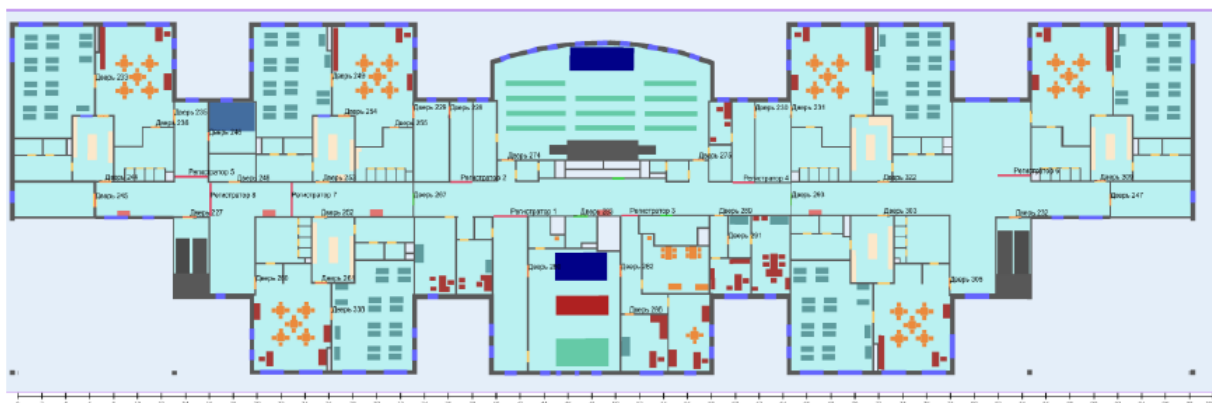


Рисунок 2 – Схема 2-го этажа

Здание Детского сада имеет:

- «степень огнестойкости – II;
- класса конструктивной пожарной опасности – С0;
- класса функциональной пожарной опасности – Ф 1.1» [28].

«Несущие стены кирпичные, перекрытия выполнены из железобетонных плит во всех помещениях, наружные стены толщиной 0,5м, перегородки гипсолитовые оштукатуренные толщиной 0,3м, полы выполнены из линолеума и метлахской плитки, окна 2-х створчатые

деревянные, двери –филенчатые, кровля – рубероид на битумной мастике» [6].

В таблице 1 представлены требуемые пределы огнестойкости различных строительных конструкций объекта.

Таблица 1 – Требуемые пределы огнестойкости различных строительных конструкций объекта

Строительные элементы здания	Требуемый предел огнестойкости	Фактический предел огнестойкости
Несущие элементы здания	R90	R90
Плиты перекрытия.	REI45	REI45
Внутренние ненесущие стены (перегородки)	E15	E15
Лестничные клетки: - внутренние стены - марши, площадки	REI90 R60	REI90 R60

Класс пожарной опасности строительных конструкций представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Класс пожарной опасности строительных конструкций

Класс конструктивной пожарной опасности здания	Класс пожарной опасности строительных конструкций				
	Несущие стержневые элементы	Наружные стены с внешней стороны	Стены, перегородки, перекрытия	Стены лестничных клеток и противопожарные преграды	Марши и площадки лестничных клеток
С0	К0	К0	К0	К0	К0

Степень огнестойкости, класс конструктивной пожарной опасности, класс функциональной пожарной опасности соответствуют требованиям норм пожарной безопасности.

Пожарная безопасность объекта обеспечивается системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе

организационно-техническими мероприятиями, направленными на предотвращение воздействия на людей опасных факторов пожара, а также их вторичных проявлений [16].

Система обеспечения пожарной безопасности объекта включает в себя:

- архитектурно-планировочные решения;
- технические средства;
- комплекс организационных мероприятий;
- соблюдение правил противопожарного режима на объекте.

«Архитектурно-планировочные решения, обеспечивают:

- устойчивость строительных конструкций здания при пожаре;
- нераспространение пожара, а также его опасных факторов по помещениям объекта и на рядом расположенные здания;
- безопасную эвакуацию людей в случае возникновения пожара из помещений на прилегающую к зданию территорию (далее – наружу) до наступления угрозы их жизни и здоровью вследствие воздействия опасных факторов пожара» [16].

«Технические средства, обеспечивает:

- обнаружение пожара на начальной стадии его возникновения (автоматическая система пожарной сигнализации: здание оборудовано системой АПС);
- ликвидацию пожара на начальной стадии его возникновения (огнетушители, внутренние пожарные краны);
- наружное водоснабжение: на территории объекта расположены ПП на городской сети; внутренний противопожарный водопровод: корпус оборудован ПК;
- оповещение о пожаре людей, находящихся на объекте (система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре: корпус оборудован СОУЭ 3 типа);
- система СПДЗ – смонтирована в части здания;

- воздуховоды, вентиляционные каналы изготовлены из негорючих материалов;
- отопления здания осуществляется автономно от теплогенераторной, расположенной в подвале» [16].

«Комплекс организационных мероприятий, направлен на:

- предотвращение возникновения и развития пожара на объекте;
- своевременное сообщение о пожаре в пожарную охрану;
- организацию ликвидации пожара и безопасной эвакуации;
- людей до прибытия пожарных подразделений» [16].

Рассмотрим соблюдение правил противопожарного режима на объекте.

Противопожарные системы и установки (средства пожарной автоматики, системы противопожарного водоснабжения, противопожарные двери, клапаны, другие защитные устройства в противопожарных стенах и перекрытиях и т.п.) здания постоянно содержатся в исправном состоянии.

Устройства для самозакрывания дверей находятся в исправном состоянии. Не допускается устанавливать какие-либо приспособления, препятствующие нормальному закрыванию противопожарных или противоподымных дверей (устройств).

Не разрешается проводить работы на оборудовании, установках с неисправностями, которые могут привести к пожару, а также при отключенных контрольно-измерительных приборах и технологической автоматике, обеспечивающих контроль заданных режимов температуры, давления и других, регламентированных условиями безопасности параметров [9].

Нарушения огнезащитных покрытий (штукатурки, специальных красок, лаков и т.п.) строительных конструкций немедленно устраняются. Состояние огнезащитной обработки проверяется не реже двух раз в год.

В местах пересечения противопожарных стен, перекрытий и ограждающих конструкций различными инженерными и технологическими коммуникациями образовавшиеся отверстия и зазоры заделаны

строительным раствором и другими негорючими материалами, сертифицированными в области пожарной безопасности и обеспечивающими требуемый предел огнестойкости и дымогазонепроницаемость.

Ограждения на крышах (покрытиях) зданий и сооружений содержатся в исправном состоянии и не реже одного раза в пять лет подвергаются эксплуатационным испытаниям [9].

Контроль над техническим состоянием электрических сетей, электроустановок и электротехнических изделий осуществляется в соответствии с требованиями нормативных документов по электроэнергетике [9].

Электроустановки и бытовые электроприборы в помещениях, в которых по окончании рабочего времени отсутствует дежурный персонал, обесточены, за исключением дежурного освещения, противопожарного водоснабжения, пожарной и охранно-пожарной сигнализации. Другие электроустановки и электротехнические изделия могут оставаться под напряжением, если это обусловлено их функциональным назначением и (или) предусмотрено требованиями инструкции по эксплуатации [2].

Объемные самосветящиеся знаки пожарной безопасности с автономным питанием и от электросети, используемые на путях эвакуации (в том числе световые указатели «Эвакуационный (запасный) выход», «Дверь эвакуационного выхода»), находятся в исправном состоянии. Эвакуационное освещение включается автоматически при прекращении электропитания рабочего освещения [9].

Запрещается эксплуатация электронагревательных приборов при отсутствии или неисправности терморегуляторов, предусмотренных конструкцией.

При эксплуатации систем вентиляции и кондиционирования воздуха запрещается:

- оставлять двери вентиляционных камер открытыми;
- закрывать вытяжные каналы, отверстия и решетки;

- выжигать скопившиеся в воздуховодах жировые отложения,
- пыль и другие горючие вещества.

Для помещения установлен порядок очистки вентиляционных систем безопасными способами.

Здание обеспечено первичными средствами пожаротушения.

Сети противопожарного водопровода находятся в исправном состоянии и обеспечивают требуемый по нормам расход воды на нужды пожаротушения. Проверка их работоспособности осуществляется не реже двух раз в год (весной и осенью).

Пожарные гидранты находятся в исправном состоянии, а в зимнее время утеплены и очищаются от снега и льда.

При отключении участков водопроводной сети и гидрантов или уменьшении давления в сети ниже требуемого предела об этом извещается подразделение пожарной охраны.

Пожарные краны внутреннего противопожарного водопровода укомплектованы рукавами и стволами. Пожарный рукав присоединен к крану и стволу. Не реже одного раза в год производится перекатка рукавов на новую скатку.

Использование для хозяйственных и производственных целей запаса воды, предназначенного для нужд пожаротушения, не разрешается.

Установки пожарной автоматики находятся в исправном состоянии и постоянной готовности, соответствовать проектной документации.

Перевод установок с автоматического пуска на ручной запрещается, за исключением в период регламентных работ.

Системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре обеспечивают в соответствии с планами эвакуации передачу сигналов оповещения одновременно по всему зданию.

«Расстояние от территории Детского сада на 260 мест до ближайшего пожарной части составляет не более 1,5 км. Расчетное время прибытия

ближайшего подразделения пожарной охраны к месту вызова не превышает 10 минут» [11].

К зданию обеспечивается подъезд пожарных автомобилей в любое время, по твердому покрытию с четырех сторон. Покрытие подъездов рассчитано на нагрузку пожарного автомобиля. Проезды в ночное время освещаются искусственным освещением (наружное освещение проездов).

2.2 Анализ безопасности путей эвакуации исследуемого объекта

Противопожарные правила в зданиях являются важным фактором, определяющим пожарную безопасность детских садов. Основной целью этих правил является установление требований, связанных с проектированием и поддержанием показателей пожарной безопасности.

Для проведения анализа пожарной опасности осуществляется сбор данных о здании, который включает:

- объемно-планировочные решения;
- теплофизические характеристики ограждающих конструкций и
- размещенного оборудования;
- вид, количество и размещение горючих веществ и материалов;
- количество и места вероятного размещения людей;
- системы пожарной сигнализации и пожаротушения, противодымной защиты, оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей.

«Расчетное количество людей, пребывающих в здании и используемых при моделировании эвакуации, было получено из проектной документации объекта защиты» [3].

«Безопасная эвакуация людей из здания обеспечивается по имеющимся эвакуационным путям, независимо от помощи извне» [3].

На объекте предусматриваются конструктивные, объемно-планировочные и инженерно-технические решения, обеспечивающие в случае пожара:

- возможность эвакуации людей наружу до наступления угрозы их жизни и здоровью вследствие воздействия ОФП;
- возможность доступа состава пожарных подразделений и подачи средств пожаротушения к очагу пожара, а также проведения мероприятий по спасению людей и материальных ценностей;
- нераспространение пожара на рядом расположенные здания [15].

«Пожарная безопасность обеспечивается:

- устройством системы пожарной сигнализации;
- устройством системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре;
- конструктивными и объемно-планировочными решениями;
- регламентацией огнестойкости и пожарной опасности строительных конструкций и отделочных материалов.
- системой противодымной защиты (смонтирована в части объекта) » [15].

«В здании имеется 4 (четыре) эвакуационных выходов из подвала непосредственно наружу и 18 (восемнадцать) эвакуационных выходов с 1-го этажа непосредственно наружу» [18].

«Пути эвакуации маломобильных групп населения с 1-го этажа осуществляется через коридоры и входные тамбуры, ведущие к наружному пандусу или лестницам. Со 2-го этажа в безопасную зону для МГН, расположенную на 2 этаже и обеспечивающую регламентируемую огнестойкость и постоянный подпор воздуха» [18].

Рассмотрим параметры движения детей дошкольного возраста по эвакуационным путям различного типа.

Описание: дети дошкольного возраста (здания дошкольных образовательных организаций).

Группа мобильности: М1. Площадь, занимаемая человеком: 0,03 м².

Параметры движения по эвакуационным путям различного типа представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Параметры движения детей дошкольного возраста по эвакуационным путям различного типа

Тип пути	V ₀ , м/мин	D ₀ , чел/м ²	a	D _{max} , м ² /м ²
Горизонтальный путь	60	0,78	0,275	0,5
Лестница вниз	47	0,64	0,19	0,2
Лестница вверх	47	0,76	0,275	0,2
Пандус вниз	0	0	0	1
Пандус вверх	0	0	0	1
Проём	60	1,2	0,35	0,5

Значение времени начала эвакуации людей для детских садов представлено в таблице 4.

Таблица 4 – Значение времени начала эвакуации людей для детских садов

Класс функциональной пожарной опасности зданий и характеристика контингента людей	Значение времени начала эвакуации людей t _{на} , мин		
	Здания, оборудованные системой оповещения и управления эвакуацией людей		Здания, не оборудованные системой оповещения и управления эвакуацией людей
	I-II типа	III -V типа	-
Здания дошкольных образовательных организаций, спальные корпуса образовательных организаций с наличием интерната и детских организаций (Ф1.1, Ф1.3, Ф1.4). Люди могут находиться в состоянии сна, но знакомы со структурой эвакуационных путей и выходов	6,0	4,0	9,0

На объекте Детский сад на 260 мест имеются отступления от требований нормативных документов по пожарной безопасности, а именно:

- ширина лестничных маршей, площадок и выходов из лестничных клеток менее 1,35 м;

- в лестничной клетке размещено оборудование (батареи отопления, светильники), выступающее из плоскости стен на высоте до 2,2 м от поверхности проступей и площадки лестницы;
- в наружных стенах лестничных клеток не предусмотрены на каждом этаже окна, открывающиеся изнутри без ключа и других специальных устройств, с площадью остекления не менее 1,2 м²;
- устройства для открывания окон расположены выше 1,7 м от уровня площадки лестничной клетки или пола этажа;
- в коридорах на путях эвакуации выполнено оборудование, выступающее из плоскости стен на высоте менее 2 м (шкафы пожарных кранов);
- не выполнена система дымоудаления из коридоров первого и второго этажа здания без естественного проветривания при пожаре длиной более 15 м;
- при размещении лестничных клеток в местах примыкания одной части здания к другой внутренний угол составляет менее 135°;
- расстояние по горизонтали от оконных и дверных проемов лестничных клеток до проемов (оконных, со светопрозрачным заполнением, дверных) в наружных стенах зданий менее 4 м;
- при расстоянии между вышеуказанными проемами менее 4 м не предусмотрено их заполнение противопожарными дверями или окнами с пределом огнестойкости не менее EI (E) 30;
- строительные конструкции Объекта предусмотрены с пределами огнестойкости не менее требуемых №123-ФЗ [12].

Разработаем алгоритм действия персонала детского сада при пожаре.

Услышав сигнал тревоги, все сотрудники должны организовать эвакуацию детей из помещения детского сада, при этом должны убедиться, что в комнатах, в которых находятся дети пустые, а также любые комнаты, через которые они проходят [4]. Там, где эвакуация была вызвана противопожарными учениями, персоналу следует дождаться подтверждения

от заведующего детским садом, что это не настоящий пожар, и разрешения вернуться.

Процедура обеспечения эвакуационных мероприятий [3] из помещений детского сада представлена на рисунке 3.

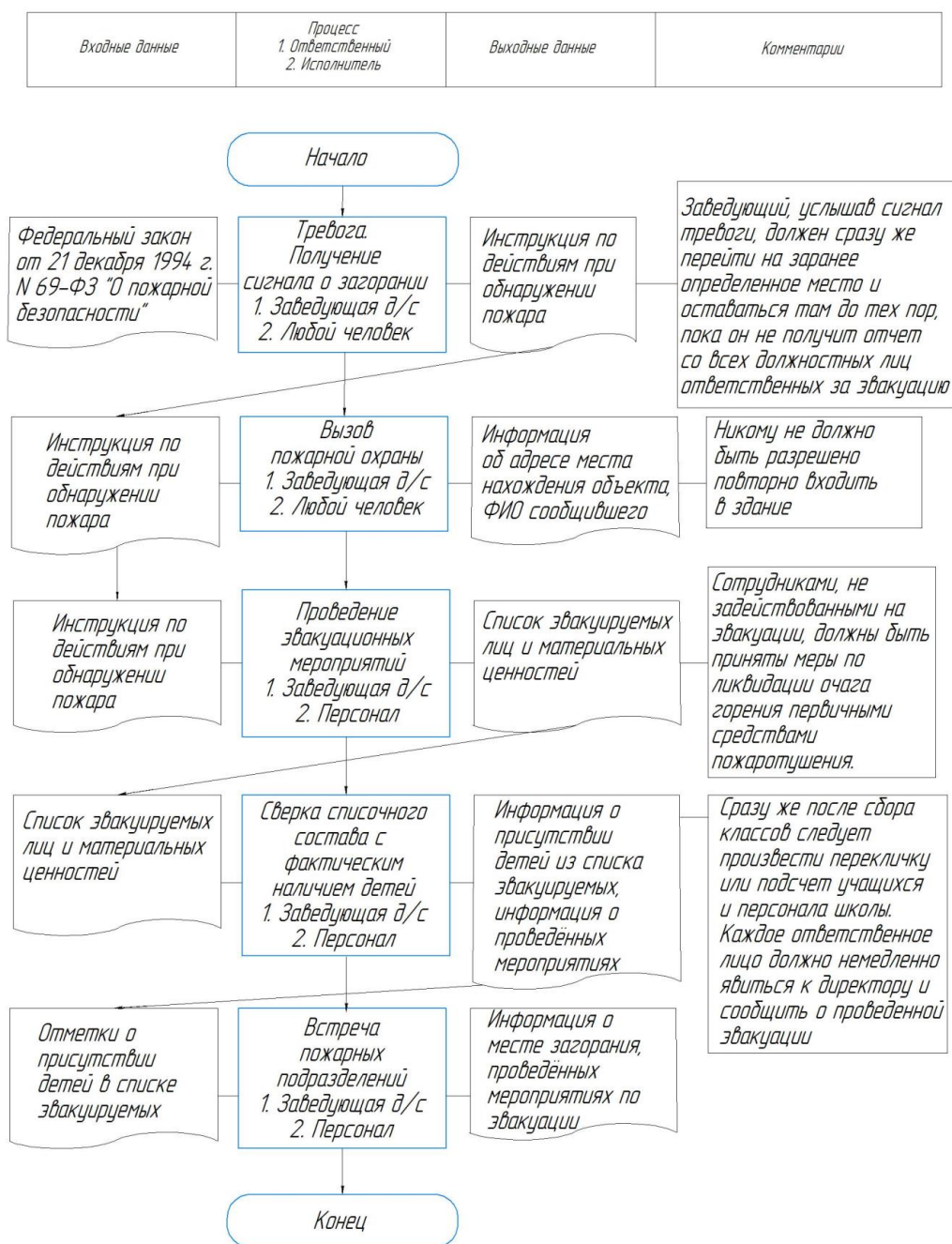


Рисунок 3 – Процедура обеспечения эвакуационных мероприятий из помещений детского сада

Заместитель заведующего детским садом должен собрать журнал посещаемости. Медицинская сестра должна собрать сумку для экстренной эвакуации и коробку с неотложным медицинским оборудованием.

Всем взрослым и детям необходимо пройти на огороженную территорию в передней части здания. Дети должны быть спокойны, сидеть или стоять неподвижно вместе.

Заместитель заведующего детским садом должен проверить, что все дети и персонал учтены. Заведующий детским садом должен проверить, все ли комнаты свободны, закрыв за собой каждую дверь, как только убедится, что комната пуста.

Пожарную команду необходимо вызвать из соседнего дома или по мобильному телефону снаружи здания [3].

В случае отсутствия заведующего детским садом или его заместителя медицинская сестра возьмет на себя роль заместителя, а заместитель возьмет на себя роль менеджера.

Дети и взрослые, которые находятся в саду, когда звучит сигнал тревоги, должны использовать ворота территории детского сада, чтобы добраться до места сбора, и не должны проходить через здание.

Персонал или дети не должны возвращаться в здание до тех пор, пока представители пожарной охраны не скажет, что это безопасно.

Контактные данные родителей/опекунов и контакты экстренных служб должны иметься на объекте. Контактные данные ближайших родственников всех сотрудников должны находиться у заведующего детским садом. Если после инцидента вернуться в здание невозможно, дети будут доставлены в здание ближайшей школы, где их будут содержать, пока их заберут родители или опекуны.

Моделирование динамики развития пожара проводилось по полевой модели с помощью программы FDS (Fire Dynamic Simulator) разработанной Национальным институтом стандартов и технологии НИСТ/NIST, США.

Пожар происходит на 2-м этаже в музыкальном зале. Происходит возгорание материала «Зал театра».

Опасные факторы пожара через открытый дверной проем распространяются на пути эвакуации – в коридор, блокируя пути эвакуации этажа.

Эвакуация людей осуществляется через имеющиеся эвакуационные выходы.

«Данный сценарий реализует наихудшие условия в связи с тем, что помещение очага пожара располагается в непосредственной близости от двух лестничных клеток, обладающих максимальной пропускной способностью. Так же, в непосредственной близости от помещения очага пожара находится безопасная зона для МГН, которая используется маломобильными группами населения для эвакуации на втором этаже» [26].

«Таким образом, при моделировании эвакуации одна из лестничных клеток принимается заблокированной и присутствует вариант формирования скоплений при эвакуации» [19].

«При моделировании пожара во всех сценариях принимается, что:

- в момент времени моделирования, равное 0 секунд все дверные проёмы считаются открытыми, исключая противопожарные и те, что оснащены системами самозакрывания и уплотнения в притворах, все оконные проёмы считаются закрытыми;
- начальная температура в помещениях в расчете принимается равной 38 °С как максимальная, согласно СП 131.13330.2020;
- освещенность в помещениях объекта предусмотрена согласно СП 52.13330.2016 прил.3, табл. 3.2, и составляет не менее 200 люксов» [30].

Моделирование эвакуации проводилось по индивидуально-поточной модели движения людей с помощью программного комплекса Fenix+2 (Сертификат соответствия № RA.RU.AB86.H01071, Заключение Академии ГПС МЧС РФ №34/25-2013 от 01.04.2013).

Рассматриваются значения опасных факторов пожара на высоте расположения регистраторов (по умолчанию на высоте рабочей зоны помещений – 1.7 метра от уровня пола этажа).

Для каждого опасного фактора пожара определяется предельно допустимое значение, превышение которого означает блокирование пути эвакуации по данному фактору.

Соответствие путей эвакуации: не соответствует нормам ($K_{эв} = 0$).

Рисунки 4-17 показывают динамику развития ОФП.

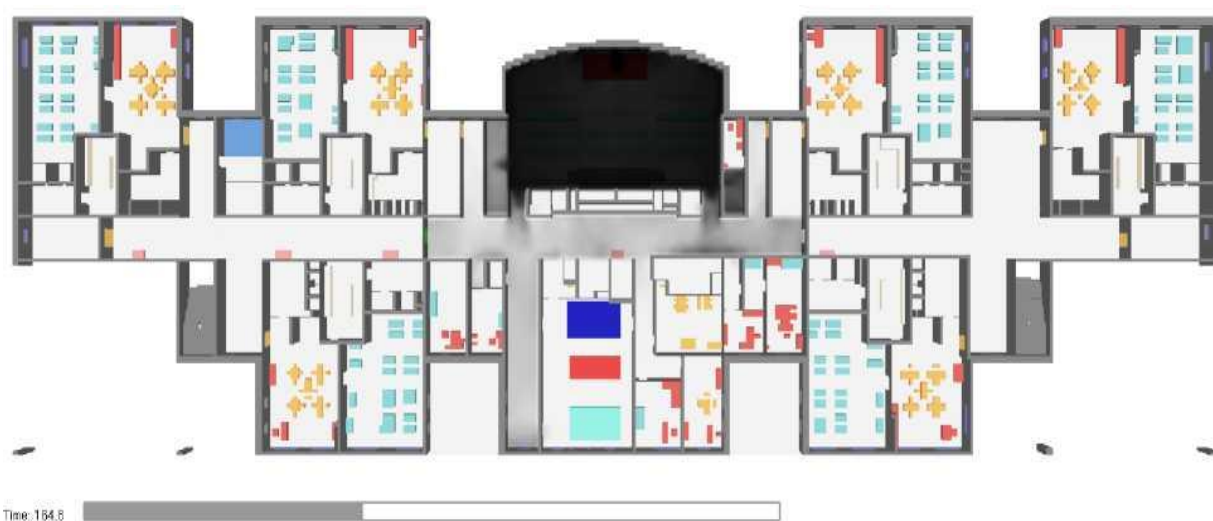


Рисунок 4 – Этаж 2. Распространение дыма через 165,2 с после начала пожара

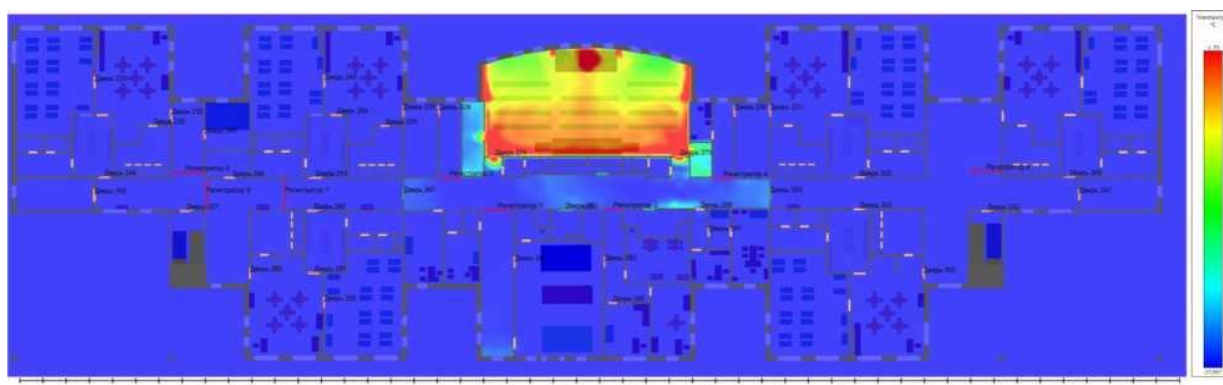


Рисунок 5 – Этаж 2. Распределение температуры на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 165,2 с

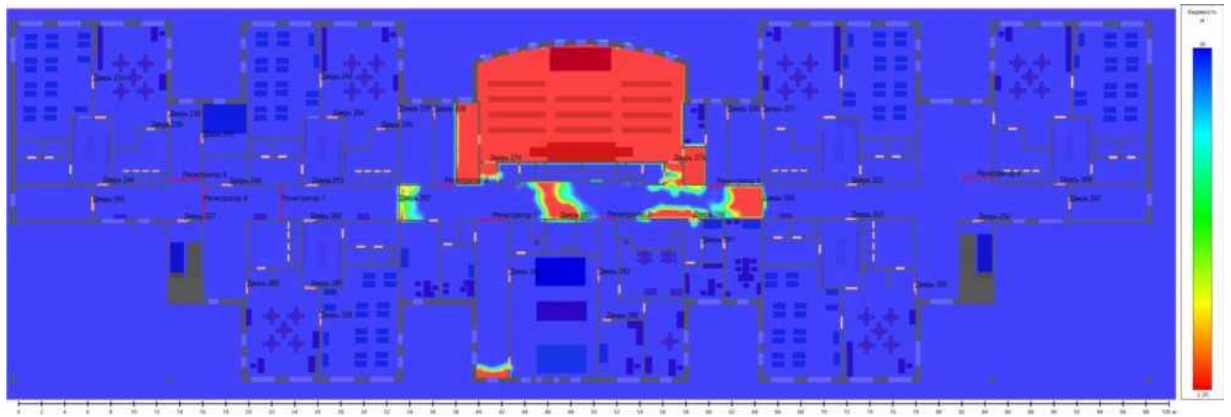


Рисунок 6 – Этаж 2. Показания видимости на высоте 1,7 м от уровня этажа.
Время: 165,2 с

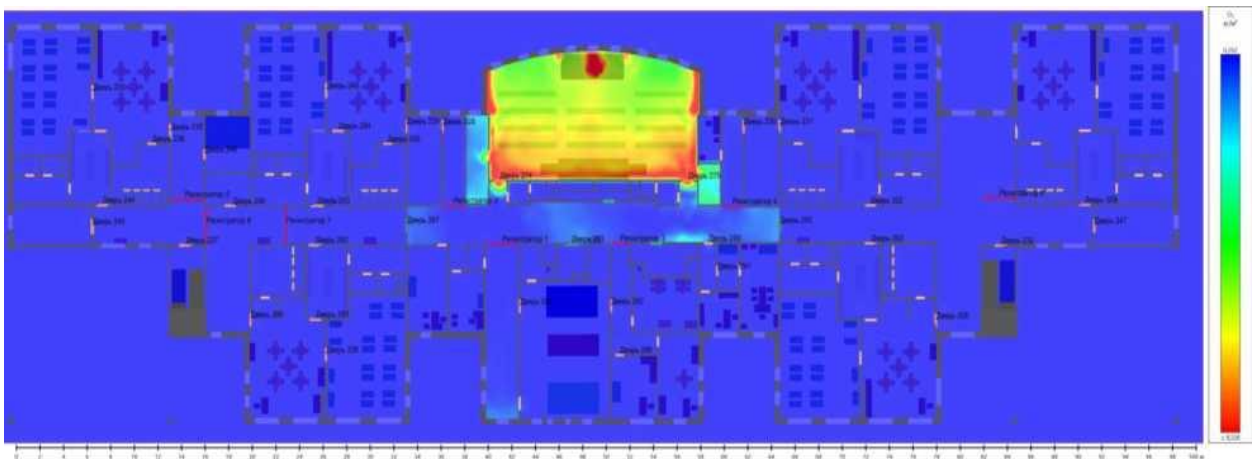


Рисунок 7 – Этаж 2. Концентрация O_2 на высоте 1,7 м от уровня этажа.
Время: 165,2 с

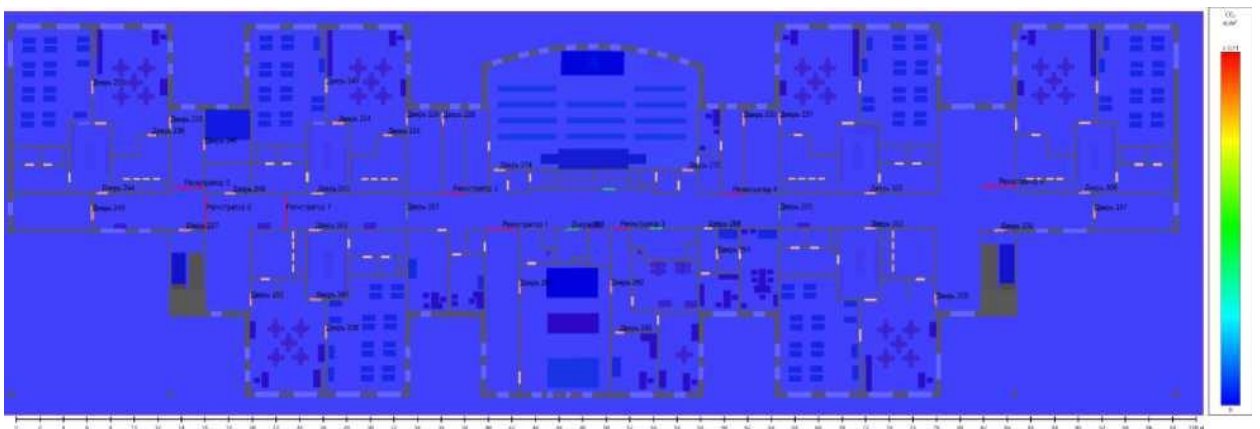


Рисунок 8 – Этаж 2. Концентрация CO_2 на высоте 1,7 м от уровня этажа.
Время: 165,2 с

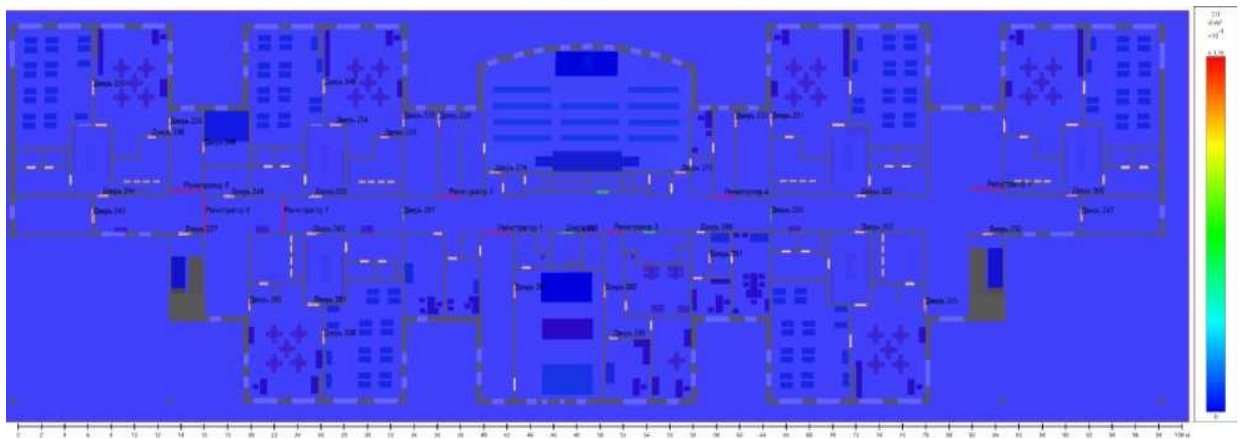


Рисунок 9 – Этаж 2. Концентрация СО на высоте 1,7 м от уровня этажа.
Время: 165,2 с

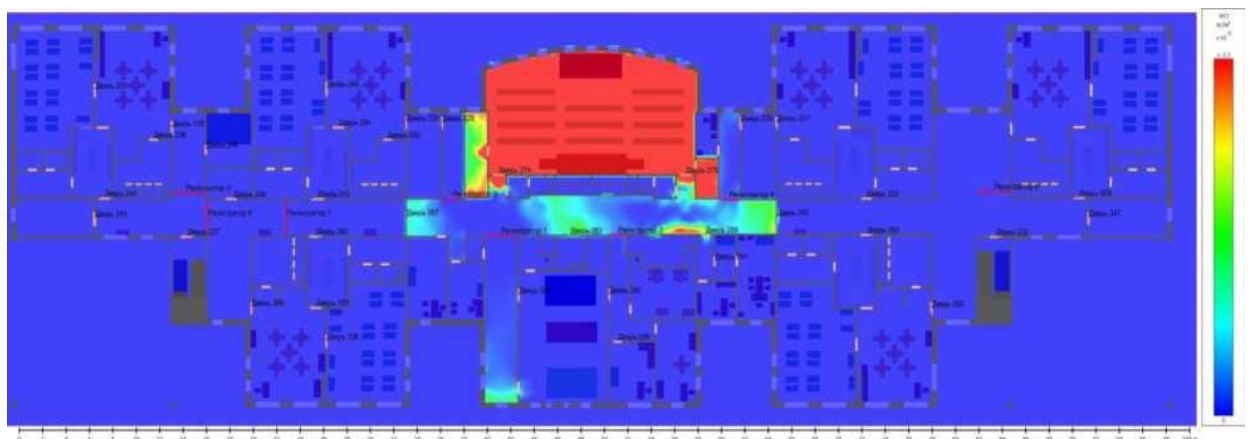


Рисунок 10 – Этаж 2. Концентрация HCl на высоте 1,7 м от уровня этажа.
Время: 165,2 с.



Рисунок 11 – Этаж 2. Распространение дыма через 271 с после начала пожара

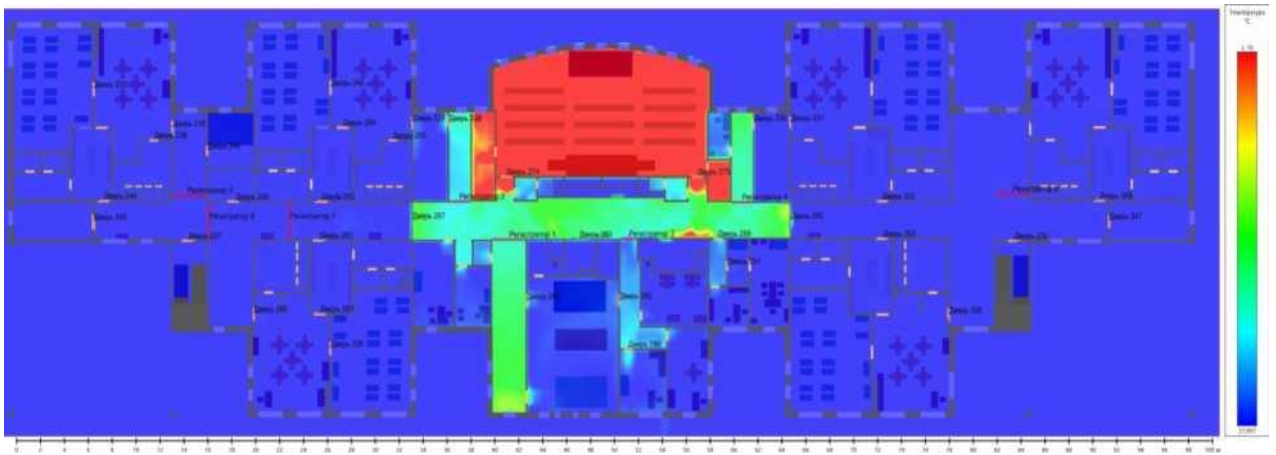


Рисунок 12 – Этаж 2. Распределение температуры на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 271 с

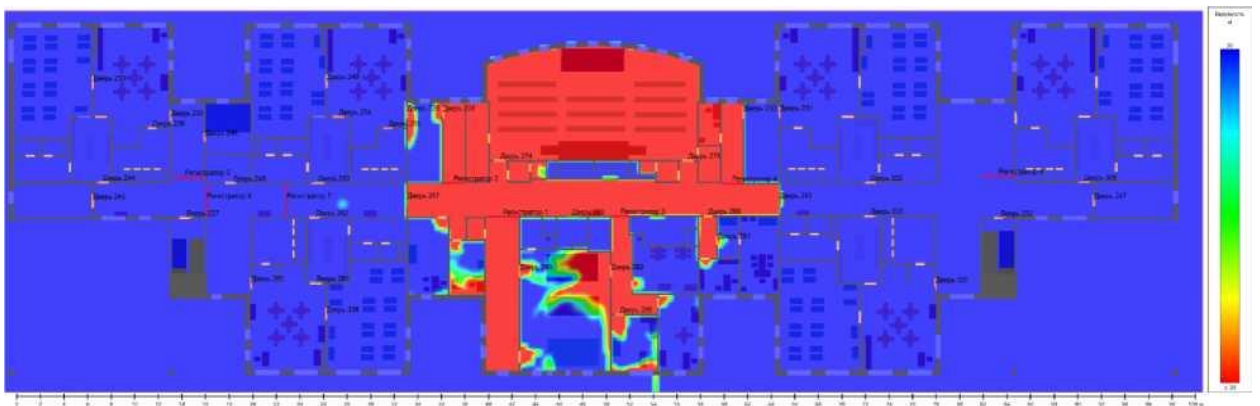


Рисунок 13 – Этаж 2. Показатели видимости на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 271 с

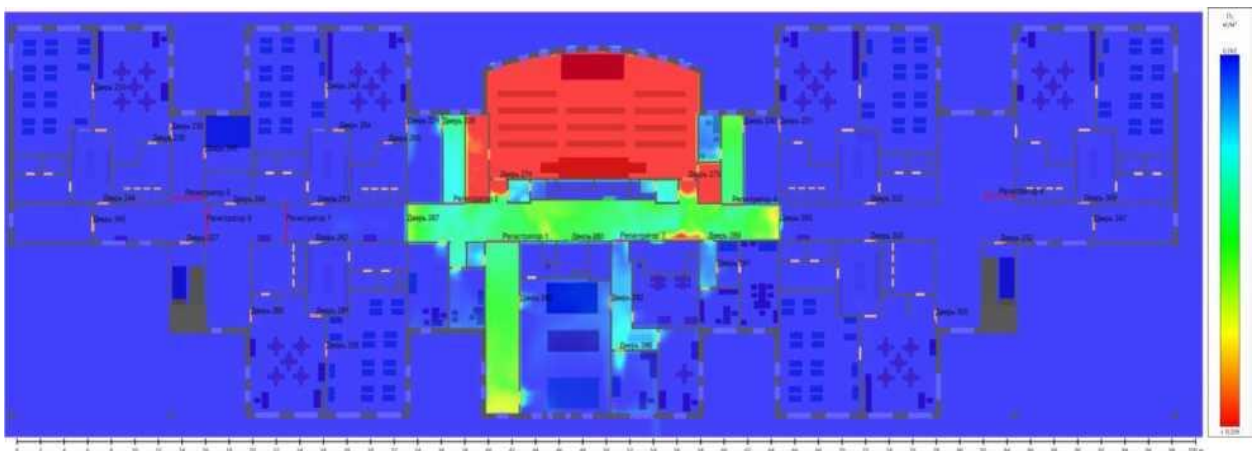


Рисунок 14 – Этаж 2. Концентрация O₂ на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 271 с

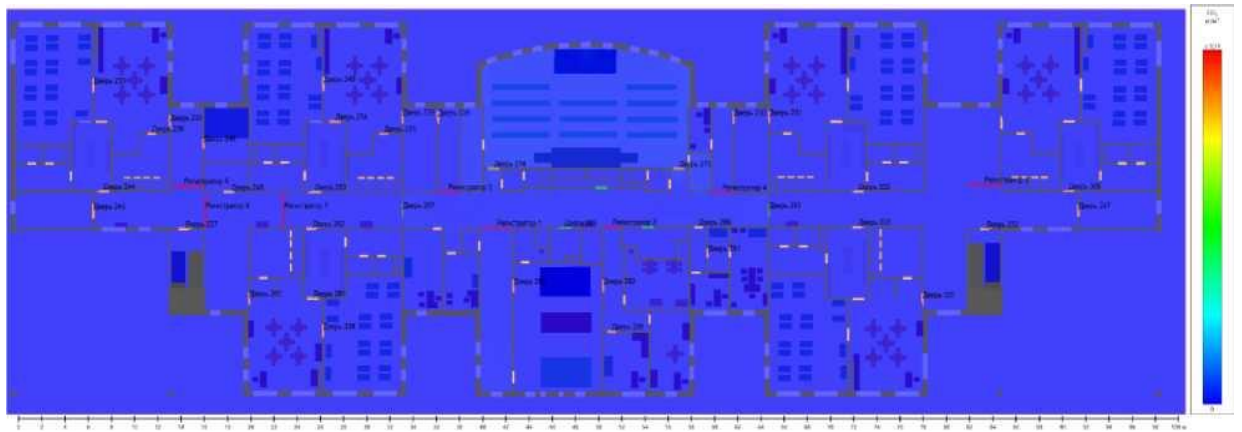


Рисунок 15 – Этаж 2. Концентрация CO_2 на высоте 1,7 м от уровня этажа.
Время: 271 с

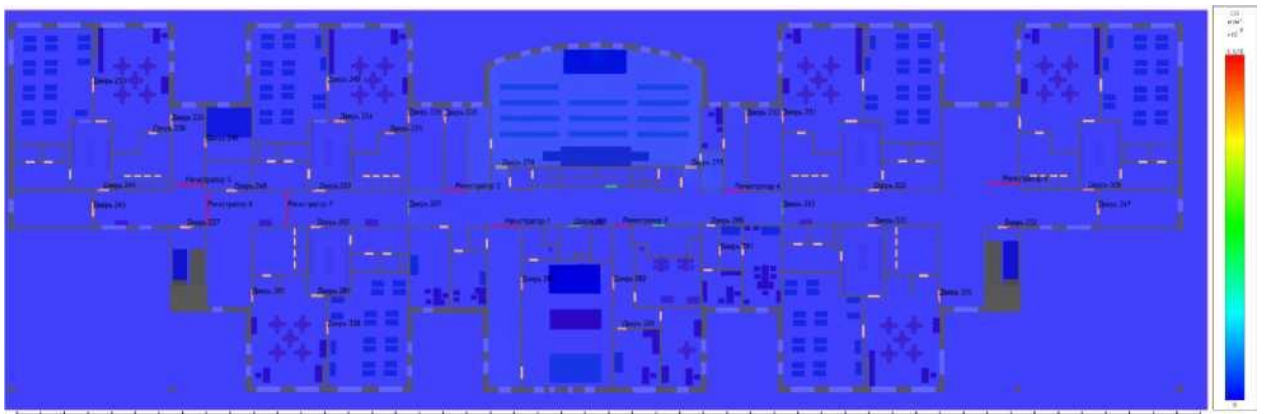


Рисунок 16 – Этаж 2. Концентрация CO на высоте 1,7 м от уровня этажа.
Время: 271 с

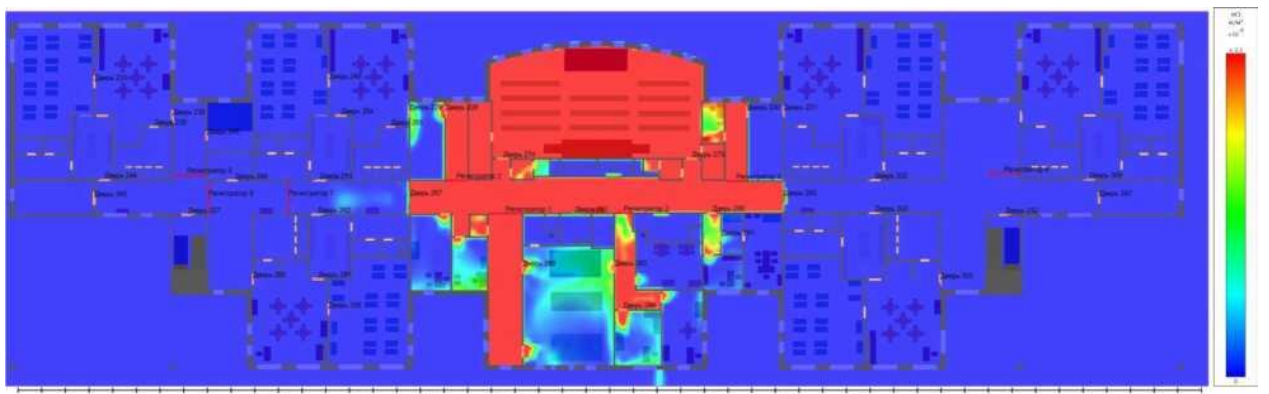


Рисунок 17 – Этаж 2. Концентрация HCl на высоте 1,7 м от уровня этажа.
Время: 271 с.

Таблица 5 показывает, через какое время после начала пожара достигаются предельно допустимые значения по каждому из опасных факторов пожара в регистраторах.

Таблица 5 – Время блокирования регистраторов

Расположение	Время блокирования по каждому ОФП, с						
	Температура	Видимость	O ₂	CO ₂	CO	НСI	Тепловой поток
Подвал	>410	>410	>410	>410	>410	>410	>410
Этаж 1	>410	>410	>410	>410	>410	>410	>410
Этаж 2	>410	>410	>410	>410	>410	>410	>410

Согласно данным таблицы 4 начало эвакуации из помещений зданий класса Ф.1.1 с системой оповещения о пожаре III -V типа составляет 6 минут (360 секунд) после возникновения пожара, то есть до блокирования путей эвакуации по каждому ОФП согласно таблице 5 остаётся 50 секунд.

В соответствии с объемно-планировочными решениями здания, геометрическими размерами эвакуационных путей и выходов, а также известными особенностями поведения людей при пожарах (движение к более широким и хорошо заметным выходам, выбор более короткого пути эвакуации, использование знакомых маршрутов движения) были составлены расчётные схемы эвакуации с этажей здания. Количество и расположение людей представлено в таблице 6.

Таблица 6 – Расположение людей

Расположение	Количество и группы мобильности людей
Подвал	Всего:4 1 – М3 3 – Взрослый человек в зимней одежде
Этаж 1	Всего: 168 4 – М2 3 – М3 5 – М4 21 – Взрослый человек в зимней одежде 135 – Дети дошкольного возраста

Продолжение таблицы 6

Расположение	Количество и группы мобильности людей
Этаж 2	Всего: 137 1 – М1 3 – М2 4 – М3 5 – М4 14 – Взрослый человек в зимней одежде 112 – Дети дошкольного возраста
Итого	Всего: 309 1 – М1 7 – М2 8 – М3 9 – М4 38 – Взрослый человек в зимней одежде 247 – Дети дошкольного возраста

Расчётные схемы эвакуации с динамикой движения людей представлены на рисунках 18-26.

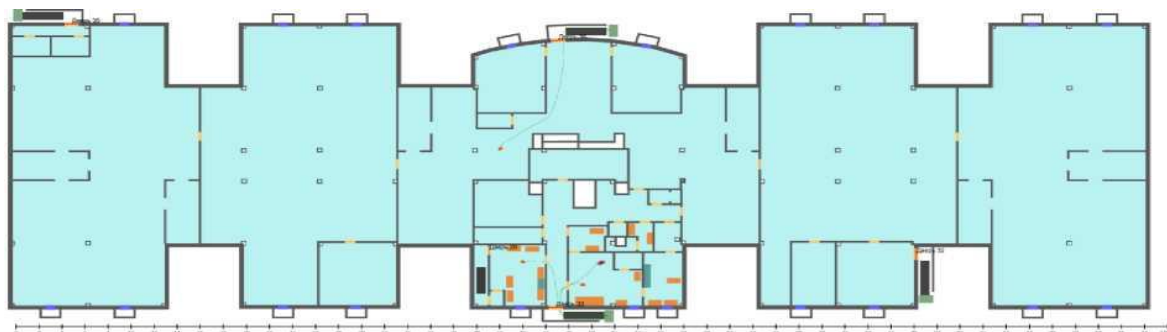


Рисунок 18 – Подвал. Расположение людей через 419,4 с после начала пожара

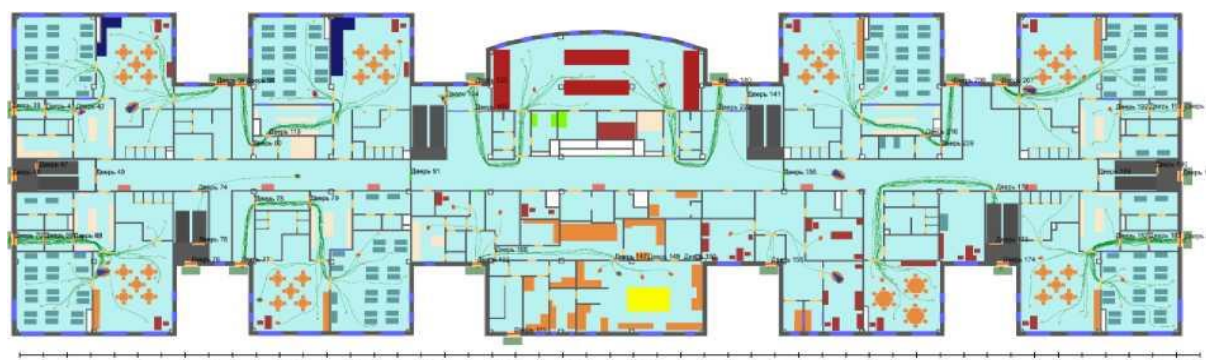


Рисунок 19 – Этаж 1. Расположение людей через 419,4 с после начала пожара

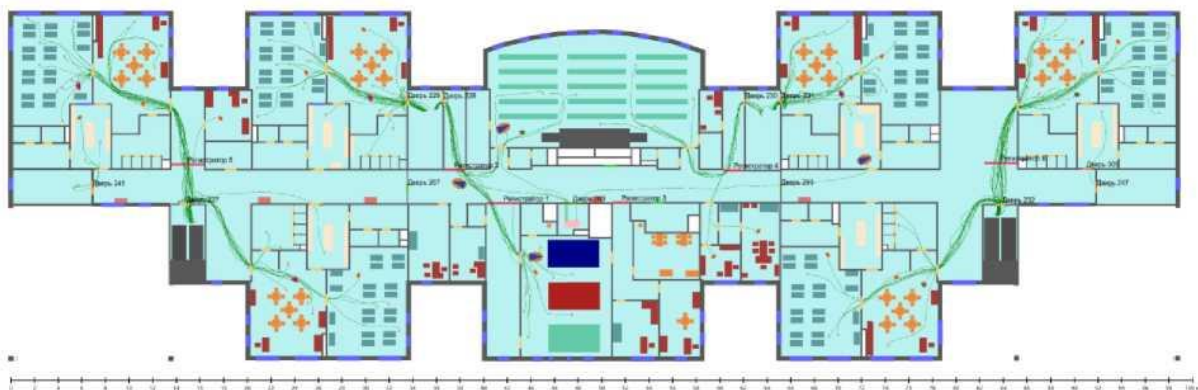


Рисунок 20 – Этаж 2. Расположение людей через 419,4 с после начала пожара

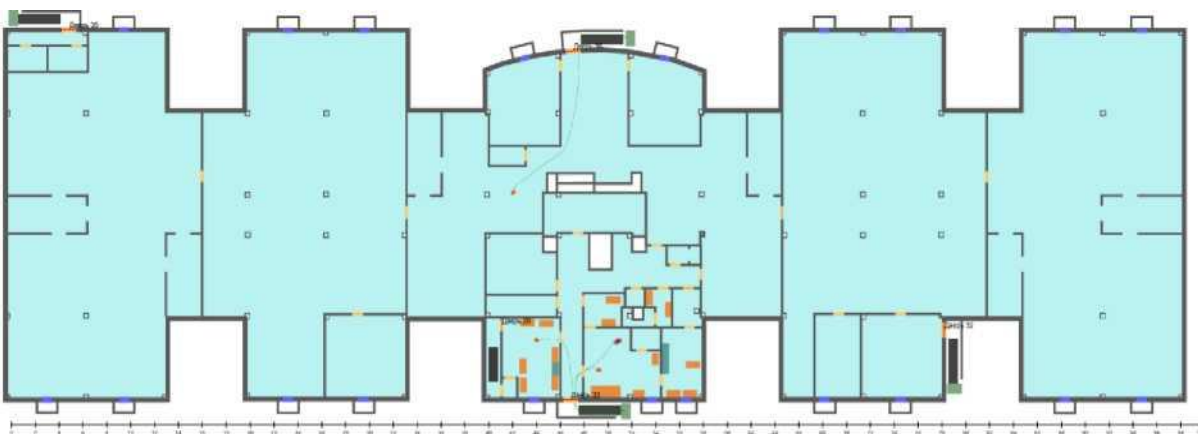


Рисунок 21 – Подвал. Расположение людей через 525,2 с после начала пожара

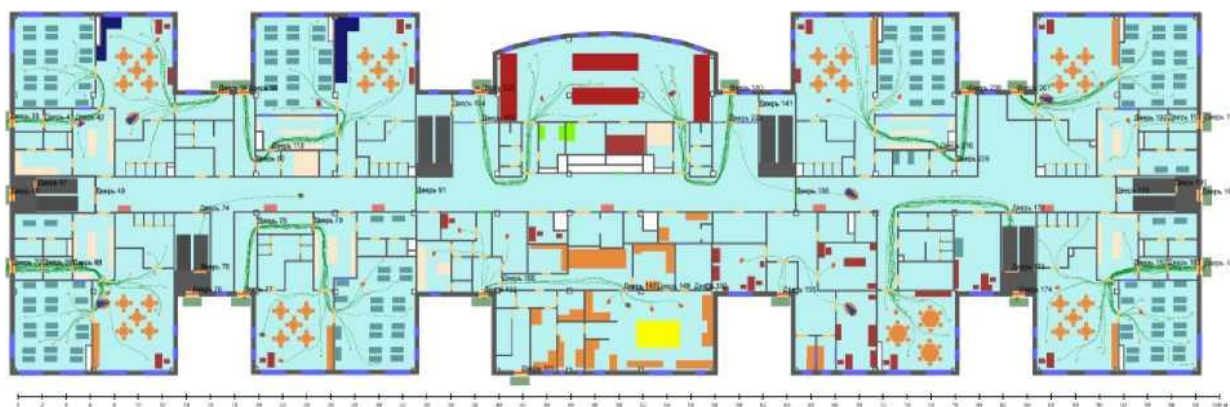


Рисунок 22 – Этаж 1. Расположение людей через 525,2 с после начала пожара

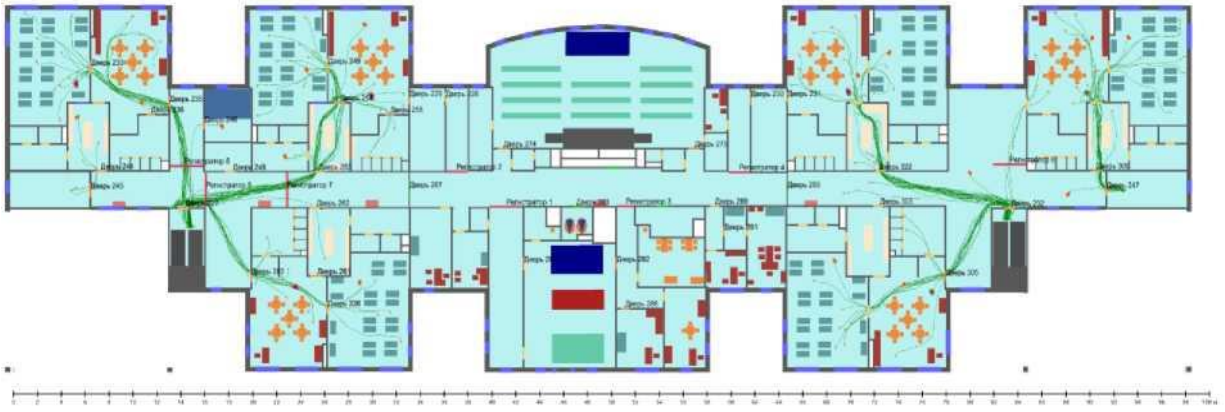


Рисунок 23 – Этаж 2. Расположение людей через 525,2 с после начала пожара



Рисунок 24 – Подвал. Расположение людей через 631 с после начала пожара

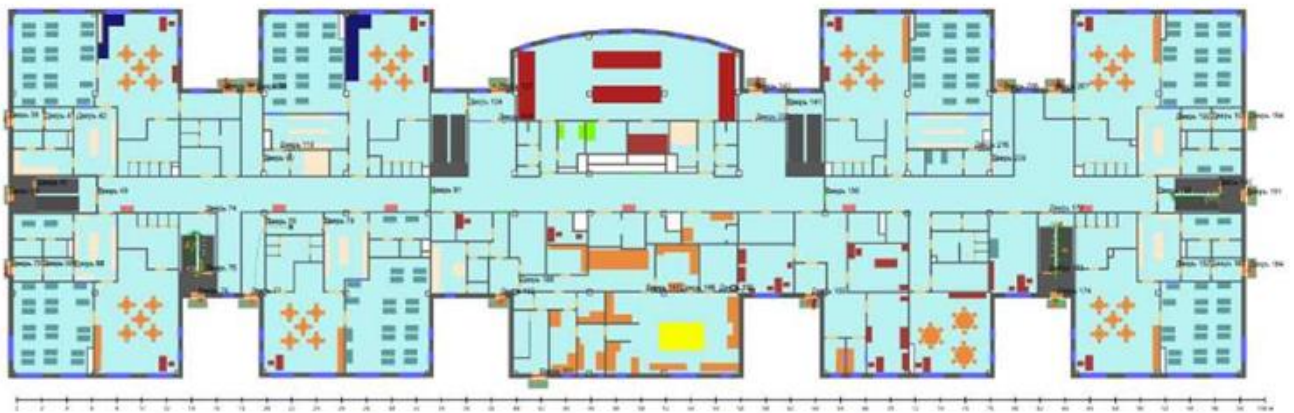


Рисунок 25 – 1 этаж. Расположение людей через 631 с после начала пожара

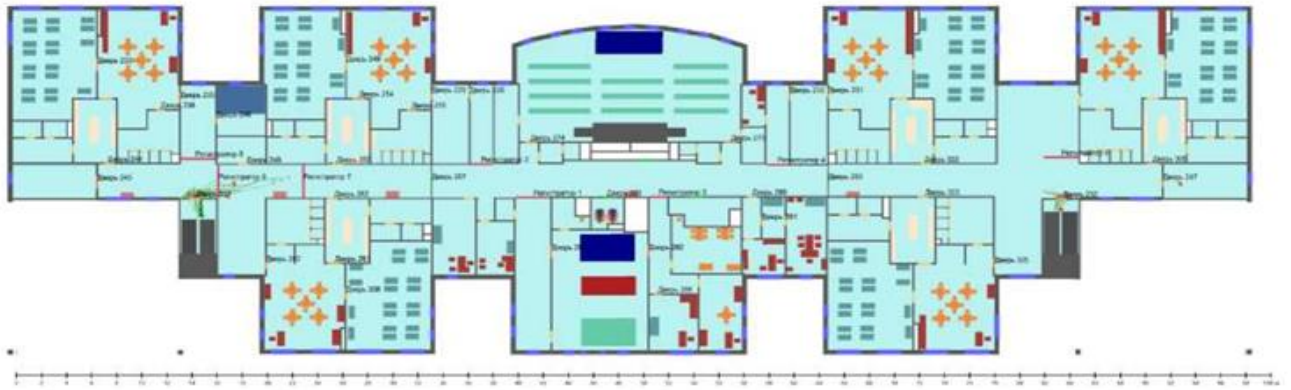


Рисунок 26 – 2 этаж. Расположение людей через 631 с после начала пожара

Представленные выше рисунки показывают траектории движения людей в процессе эвакуации в определённый период времени после оповещения об эвакуации.

Сделаем выводы по результатам моделирования эвакуации из детского сада.

Уже на 271 секунде некоторые эвакуационные пути и выходы (указаны желтыми линиями на рисунке 27) будут блокированы.

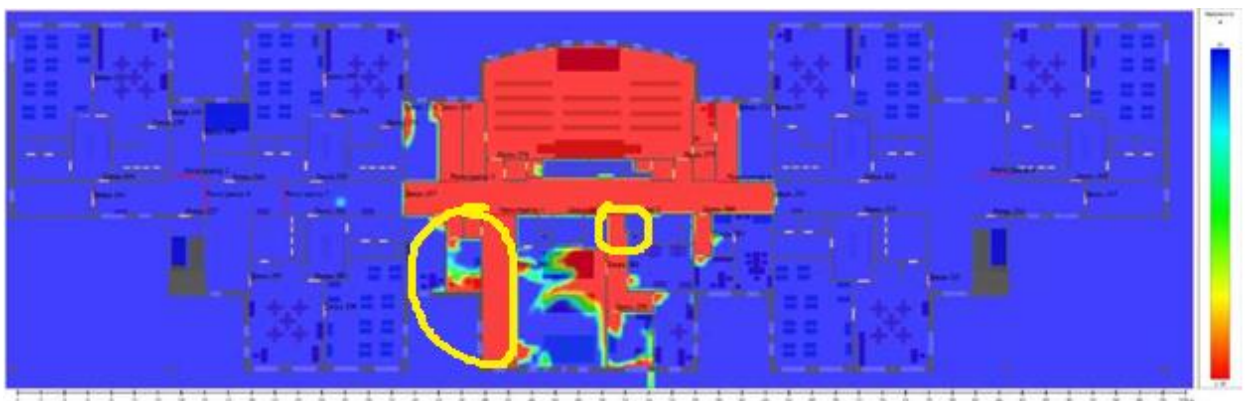


Рисунок 27 – Блокированные выходы и пути эвакуации на 271 секунде

В данных заблокированных помещениях располагается музыкальный зал. Только на 360 секунде начнётся эвакуация из помещений музыкального зала (рисунок 28).

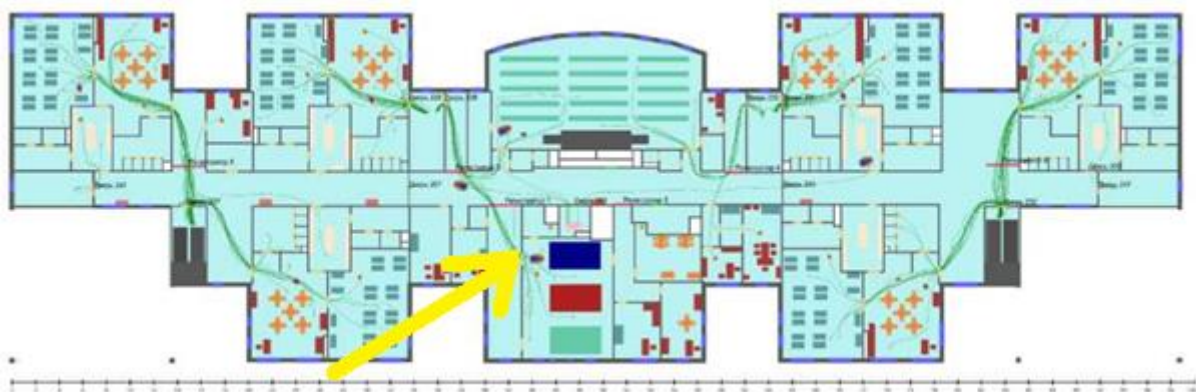


Рисунок 28 – Блокированный выход из музыкального зала

Результаты моделирования движения людей:

- время начала эвакуации – 360 с;
- время эвакуации – 684 с;
- время существования скоплений – 2 с;
- общее количество людей – 309;
- количество эвакуировавшихся людей – 309 (без немобильных и персонала).

Также необходимо учесть поведение детей при эвакуации. Физические возможности ребенка ниже, чем у взрослого, и для эвакуации требуется больше времени [2].

Дети дошкольного возраста эвакуируются в группах под руководством своих воспитателей, которые дают указания.

Во всех детских садах воспитатели детских садов смогли подготовиться к эвакуации с момента возникновения пожара до начала эвакуации.

При эвакуации возникла ситуация, когда нужно было проверить количество людей до начала спуска по лестнице и по прибытии на каждый этаж и во время прибытия на место эвакуации. Дети 1 и 2 лет, которые могли ходить самостоятельно, но с трудом следовали указаниям воспитателя детского сада, испытывали замешательство. Кроме того, среди детей 2 и 3

лет было много детей из детского сада, которые начали плакать или не могли двигаться из-за громкого звука системы оповещения.

Когда одна лестница использовалась в разных возрастах, наблюдался обгон и удерживание детей, кроме того, чем младше возраст, тем они крепче держали перила и направлялись в сторону, близкую к перилам лестницы.

Некоторые дети возраста трёх лет, которые эвакуировались через балкон, что не является ежедневным маршрутом, были замечены испуганными, соответственно, необходимо чаще использовать пути эвакуации через балкон в повседневной деятельности учреждения, например при следовании на прогулку.

Вывод по разделу.

Во втором разделе представлена оперативно-тактическая характеристика объекта исследования – детский сад на 260 мест, расположенный по адресу Тюменская область, город Тюмень, ЖК «Плеханово», д/с №50 корпус 8.

Выяснено, что:

- степень огнестойкости, класс конструктивной пожарной опасности, класс функциональной пожарной опасности соответствуют требованиям норм пожарной безопасности;
- пожарная безопасность объекта обеспечивается системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями, направленными на предотвращение воздействия на людей опасных факторов пожара, а также их вторичных проявлений;
- устройства для самозакрывания дверей находятся в исправном состоянии;
- объемные самосветящиеся знаки пожарной безопасности с автономным питанием и от электросети, используемые на путях эвакуации (в том числе световые указатели «Эвакуационный

(запасный) выход», «Дверь эвакуационного выхода»), находятся в исправном состоянии.

На объекте Детский сад на 260 мест имеются отступления от требований нормативных документов по пожарной безопасности, а именно:

- ширина лестничных маршей, площадок и выходов из лестничных клеток менее 1,35 м;
- в наружных стенах лестничных клеток не предусмотрены на каждом этаже окна, открывающиеся изнутри без ключа и других специальных устройств, с площадью остекления не менее 1,2 м²;
- при размещении лестничных клеток в местах примыкания одной части здания к другой внутренний угол составляет менее 135°;
- расстояние по горизонтали от оконных и дверных проемов лестничных клеток до проемов (оконных, со светопрозрачным заполнением, дверных) в наружных стенах зданий менее 4 м;
- при расстоянии между вышеуказанными проемами менее 4 м не предусмотрено их заполнение противопожарными дверями или окнами с пределом огнестойкости не менее EI (E) 30.

В разделе произведен анализ поведения работников детского сада и детей в процессе учений по эвакуации.

При рассмотрении эвакуации в детском саду необходимо учитывать поведение при эвакуации в детском саду. Обучение персонала эвакуации повлияет на время подготовки к эвакуации. Во всех детских садах воспитатели детских садов смогли подготовиться к эвакуации с момента возникновения пожара до начала эвакуации. Было замечено, что, услышав сигнал о пожаре, многие воспитатели выходили в коридор, чтобы убедиться в необходимости проведения эвакуации. В том же исследовании дети оставались на своих местах без принятия каких-либо мер по эвакуации после того, как было дано указание на эвакуацию.

При эвакуации возникла ситуация, когда нужно было проверить количество людей до начала спуска по лестнице и по прибытии на каждый этаж и во время прибытия на место эвакуации.

Некоторые 3-х летние дети, которые эвакуировались через балкон, что не является ежедневным маршрутом, были замечены испуганными, но голос воспитателя детского сада и руководства позволили предотвратить серьезную панику.

С другой стороны, дети 1 и 2 лет, которые могли ходить самостоятельно, но с трудом следовали указаниям воспитателя детского сада, испытывали замешательство. Кроме того, среди детей 2 и 3 лет было много детей из детского сада, которые начали плакать или не могли двигаться из-за громкого звука системы оповещения.

Время перед началом движения сильно зависит от действий и решений воспитателей. Для возрастной категории 2-4 лет предварительное перемещение зависит от действий воспитателей (сбор детей для эвакуации), а для возрастной группы 5-6 лет и детей младшего школьного возраста зависит от решений воспитателей (дети быстро реагировали и выстраивались в ряд самостоятельно, но они остановились и ждали сигнала учителя, чтобы выйти).

Результаты тренировки показали, что скорость ходьбы по лестнице зависит от возраста, и отмечается, что 72% детей дошкольного возраста использовали поручень во время противопожарных учений.

Представлена процедура обеспечения эвакуационных мероприятий из помещений детского сада.

Было замечено, что некоторые дети возраста трёх лет, которые эвакуировались через балкон, что не является ежедневным маршрутом, были замечены испуганными, соответственно, необходимо чаще использовать пути эвакуации через балкон в повседневной деятельности учреждения, например при следовании на прогулку.

В разделе диссертации проведено моделирование динамики развития пожара проводилось по полевой модели с помощью программы FDS (Fire

Dynamic Simulator), разработанной Национальным институтом стандартов и технологии НИСТ/NIST, США.

Пожар происходит на 2-м этаже в музыкальном зале. Происходит возгорание материала «Зал театра». ОФП через открытый дверной проем распространяются на пути эвакуации – в коридор, блокируя пути эвакуации. Эвакуация людей осуществляется через имеющиеся эвакуационные выходы.

По итогам проведения моделирования динамики развития пожара с помощью программы FDS (Fire Dynamic Simulator) было определено, что на 271 секунде эвакуационные пути и выходы из помещений музыкального зала на втором этаже будут заблокированы, а эвакуация из данных помещений начнется на 360 секунде от начала пожара.

Соответственно эвакуация в таких условиях возможна только через оконные проёмы.

3 Предложения по повышению уровня безопасности путей эвакуации исследуемого объекта

3.1 Патентно-информационный обзор мер, направленных на обеспечение пожарной безопасности путей эвакуации в зданиях дошкольных образовательных учреждений

В детских садах младенцы и дети младшего возраста в возрасте от шести до 6 лет находятся в группах, и им трудно принимать решения о своем поведении при эвакуации в чрезвычайной ситуации и самостоятельно добираться до безопасного места.

Педагоги и эксперты придерживаются такого мнения в отношении детей дошкольного возраста, что возраст, в котором большинство детей считаются способными самостоятельно понимать и следовать простым инструкциям составляет от 30 до 36 месяцев.

Исследование проводилось в США, Дании, Канаде, Германии, Франции, Испании и Румынии.

В ходе исследований были сделаны следующие выводы:

- рекомендуется использовать более одного маршрута эвакуации;
- рекомендуется ежедневное использование маршрутов;
- для каждого детского сада было определено соотношение взрослых и детей, необходимое для эффективной эвакуации;
- требуется одна противопожарная тренировка в месяц, однако 70% детских садов проводят максимум 7-8 противопожарных тренировок в год.

Один из выводов исследования состоит в том, что знакомство с правилами эвакуации детей является наиболее важным фактором, влияющим на скорость эвакуации [17].

Данные были собраны в ходе двух учений по эвакуации, которые проводились в одном и том же здании детского сада с детьми в возрасте от 2 до 7 лет.

В ходе опроса работников детского сада была изучена ситуация с эвакуацией детей. Для более эффективного изучения эвакуации детских учреждений необходимо проанализировать возможности эвакуации детских учреждений.

Время перед началом движения сильно зависит от действий и решений воспитателей. Для возрастной категории 2-4 лет предварительное перемещение зависит от действий воспитателей (сбор детей для эвакуации), а для возрастной группы 5-6 лет и детей младшего школьного возраста зависит от решений воспитателей (дети быстро реагировали и выстраивались в ряд самостоятельно, но они остановились и ждали сигнала учителя, чтобы выйти). Результаты тренировки показали, что скорость ходьбы по лестнице зависит от возраста, и отмечается, что 72% детей дошкольного возраста использовали поручень во время противопожарных учений.

Сравним результаты моделирования эвакуации с результатами, найденными в современной литературе. Что касается скорости горизонтального перемещения, то результаты показывают, что 78% детей младшего возраста (1-2 года) имеют среднюю скорость ходьбы 0,60 м/с и соответственно 0,84 м/с для более чем 66% детей старшего возраста (3-6 лет). Общими значениями, используемыми для средней скорости ходьбы взрослого человека, являются от 1,2 м/с до 1,3 м/с.

Что касается результатов движения по лестнице, то данные были получены только от детей старшего возраста, так как групповые ячейки младших детей располагались на первом этаже. Исследование включает в себя три различные лестницы: первая используется детьми каждый день, с дополнительными удобными перилами для детей, вторая используется нерегулярно и имеет неудобные перила, а третья – металлическая внешняя пожарная лестница никогда не использовалась, где ступени прозрачные, с

перилами, не приспособленными для детей. Хотя три лестницы имеют одинаковые размеры, существует большая разница в средней скорости движения [14].

Вывод состоит в том, что скорость передвижения напрямую зависит от знакомства и конструкции лестниц и поручней.

Результаты исследования показывают, что поток детей через двери выше, чем справочные данные для взрослых, и у детей не было никаких проблем с прохождением через двери по двое за раз, даже если ширина двери составляла всего 0,6 м.

Различные учения по эвакуации были проведены в Люнбю Таарбек в Дании в десяти детских садах с детьми в возрасте от 0-2 до 3-6 лет. В ходе этой работы были сделаны следующие выводы:

- уровень предупреждающего звука был признан недостаточным;
- из 10 центров дневного ухода использовали устные предупреждения, что привело к тому, что время предупреждения составило 31 секунду;
- средняя скорость ходьбы в горизонтальной плоскости составила 0,63 м/с для детей младшего возраста (5% бега и 95% ходьбы) и 1,4 м/с для детей старшего возраста (40% бега и 60% ходьбы).

Кроме того, было установлено, что для возрастной группы:

- 1-2 года: 22,2% переносились персоналом, 57,6% получали некоторую физическую помощь, 20,2% получил только устную команду;
- 3-6 лет: 1,8% переносили сотрудники, 12,3% получали некоторую физическую помощь и 85,9% получил только устную команду.

Среднее соотношение взрослых и детей во время противопожарных учений составляло 1:3,2 для возрастной группы 1-2 лет и 1:6,1 для возрастной группы 3-6 лет.

Дети следовали инструкциям, не задавая им вопросов, но они, казалось, были удивлены тем, что вышли на улицу, не надев обувь и куртки, как они привыкли.

Кроме того, на них, по-видимому, повлияло использование незнакомых маршрутов. Дети имели тенденцию следовать распорядку дня: надевать обувь перед выходом на улицу, останавливаться перед дверью перед выходом, чтобы застегнуть куртки, или останавливаться перед главной дверью в ожидании взрослого. Было замечено, что во многих детских садах были двери с ручкой, до которой дети не могли дотянуться.

Воспитатели обычно начинали с того, что инструктировали детей эвакуироваться, а в некоторых случаях они проводили переключку, прежде чем выйти из комнаты. Они взяли список с именами детей и номерами телефонов снаружи. Некоторые из них не знали, что им следует закрыть окна и двери, чтобы свести к минимуму распространение огня.

Известно, что люди более уязвимы, когда спят. В Дании дети в возрасте до двух лет спят в кроватках, размещенных снаружи или в специальном пристрое. Дети старше двух лет спят на кроватях в помещении. В одном учреждении первое упражнение проводилось утром, а второе – днем, как раз когда дети просыпались или еще спали, что вызвало путаницу. Детские кроватки пришлось перемещать.

По итогам проведения моделирования динамики развития пожара с помощью программы FDS (Fire Dynamic Simulator) было определено, что на 271 секунде эвакуационные пути и выходы из помещений музыкального зала на втором этаже будут заблокированы, а эвакуация из данных помещений начнется на 360 секунде от начала пожара. Соответственно эвакуация в таких условиях возможна только через оконные проёмы.

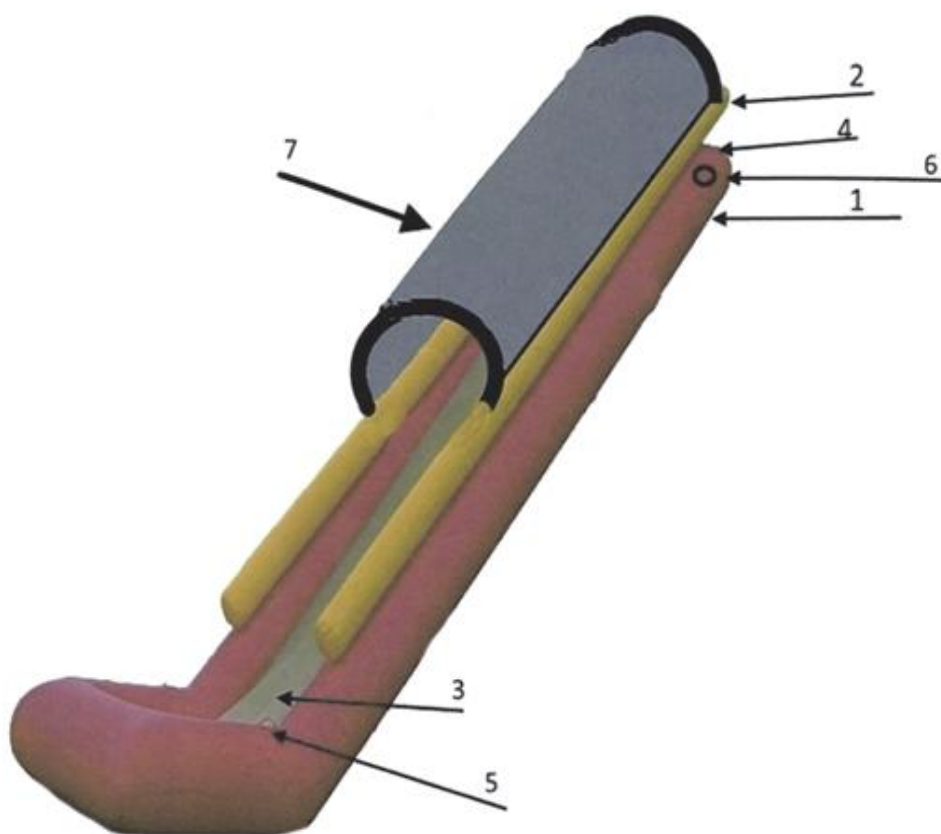
Рассмотрим объемно-планировочные решения, которые бы обеспечивали безопасность эвакуации через оконные проёмы.

Согласно п. 4.1.2 СП 1.13130.2020 «защита людей на путях эвакуации должна быть обеспечена комплексом объемно-планировочных,

эргономических, конструктивных, инженерно-технических и организационных решений» [20]. Для выбора технических средств и мер, направленных на обеспечение пожарной безопасности путей эвакуации в зданиях дошкольных образовательных учреждений рассмотрим соответствующие изобретения.

Рассмотрим Патент на изобретение RU184749U1 Российская Федерация. Трап спасательный пожарный / Глотова Любовь Викторовна. (RU) : заявитель и правообладатель Глотова Любовь Викторовна. (RU) ; заявл. 08.12.2017 ; опубл. 07.11.2018 [13].

На рисунке 29 представлен спасательный пожарный трап по патенту № RU184749U1.



1 – основной баллон, 2 – страховочный баллон, 3 – полוג, 4 – устройство крепления, 5 – рукояти для оттягивания трапа, 6 – клапаны накачки, 7 – входной рукав трапа

Рисунок 29 – Спасательный пожарный трап по патенту № RU184749U1

«Трап спасательный пожарный относится к устройствам для спасения людей из помещений, расположенных преимущественно на нижних этажах высотных или малоэтажных зданий, и является коллективным средством спасения, предназначен для оснащения производственных и административных помещений предприятий и организаций, учебных, лечебных, научных учреждений, гостиниц, интернатов, а также жилых и прочих помещений» [13].

«Задачей полезной модели является расширение арсенала спасательных устройств для обеспечения эффективного проведения эвакуации и повышение безопасности спасаемых» [13].

«Для эвакуации из помещения при помощи трапа необходимо забраться (сесть или лечь) на полог и скатиться по нему вниз. Входной рукав защищает от случайного падения при неправильной установке трапа, неудачном выходе из проема, исключает задержку эвакуации, из-за страха эвакуируемых людей открытого пространства» [13].

«Устройство работает следующим образом. Если помещение специально не оборудовано трапом спасательным пожарным, то само устройство, а так же баллон с сжатым воздухом (или насосом высокого давления 220 V или насосом аккумуляторным), достают из специально оборудованного места хранения. Трап спасательный пожарный может храниться как за окном здания, так и внутри на специальной конструкции. Устройства для надувания основного и страховочного баллонов могут быть вмонтированы в трап (на рисунке не показаны). Узлами крепления являются кольца крепления верхней части трапа, например, карабины или штифты, после чего поворачивается затвор и с помощью баллона со сжатым воздухом или насоса высокого давления или насосом аккумуляторного через клапаны накачки 6 в основной 1 и страховочный 2 баллон и во входной защитный полог 7. Внизу трап расправляется. Автоматически, либо с помощью рукоятей для оттяжки (петлей) трапа устанавливается в правильное положение таким образом, что бы выходной карман плотно лежал на земле,

основной баллон под правильным углом располагался к зданию и поверхности земли (35 градусов). При этом основной баллон и установленный на нем со смещением страховочный баллон образуют самое «глубокое» место на трапе из которого невозможно выскочить или выпасть, а карман и слегка провисший полог обеспечивают гашение скорости спуска. Трап устанавливается с 1 по 3 этаж» [13].

«Трап является простым и надежным устройством, расширяющим арсенал спасательных устройств и позволяет быстро и максимально безопасно провести эвакуацию, особенно в случаях с детьми и инвалидами» [13].

Предложенный способ эвакуации обеспечит потребности детского сада в быстрой эвакуации детей из помещений музыкального зала и спален в групповых ячейках 2 этажа.

Промышленностью РФ представлено техническое решение по обеспечению предлагаемого способа эвакуации в виде трапа спасательного пожарного «Самоспас» (производитель ООО «Самоспас»).

Материал изготовления трапа спасательного «Самоспас» ПВХ – умеренно горючий материал с классом пожаробезопасности (Г3), как и конструкция оконного проёма (ПВХ профиль), соответственно классы пожарной опасности совпадают.

3.2 Разработка дополнительных объемно-планировочных решений и организационно-технических мероприятий, способствующих своевременной эвакуации

Отсутствие планирования эвакуации детей в чрезвычайных ситуациях может иметь особенно серьезные последствия. По этой причине работники по уходу за детьми должны соответствовать ряду правил и стандартов для обеспечения защиты, здоровья и благополучия детей и адаптации чрезвычайных мер к их конкретным условиям [8].

«При рассмотрении безопасности эвакуации в детском саду необходимо учитывать поведение при эвакуации в детском саду. Однако, поскольку число реальных стихийных бедствий невелико и часто бывает трудно расследовать причастные стороны, мы провели наблюдения за учениями по эвакуации, которые регулярно проводятся в сотрудничестве с персоналом детского сада» [18].

Эвакуация значительно облегчается, когда соответствующие лица готовы быстро покинуть помещение. Это условие также предполагается, что персонал досконально ознакомлен с инструкциями и быстро применит их, как только прозвучит сигнал тревоги [7].

Когда детские комнаты расположены не на первом этаже, возникают дополнительные проблемы с точки зрения средств, которые необходимо использовать для эвакуации из помещений.

Важно предусмотреть меры, позволяющие обеспечить быструю эвакуацию с учетом ограничения скорости передвижения детей во время эвакуации.

Дети в возрасте трех лет и старше, конечно, могут ходить еще лучше и могут понять всю серьезность пожара. Но они, как правило, идут медленнее более старших детей, так как чувствуют страх в тех случаях, когда они понимают всю серьезность ситуации, или им приходится идти по пути эвакуации, с которым они не знакомы.

Двухлетние дошкольники могут нормально ходить самостоятельно, но не могут в достаточной степени разобраться в опасности ситуации.

Поэтому считается необходимым принять конкретные меры для обеспечения безопасности эвакуации в соответствии с возрастом, такие как размещение детей по возрасту.

Расстояние от комнат до места временной эвакуации должно быть как можно короче.

Для этого необходимо размещать детей младшего возраста в групповых ячейках, расположенных на первых этажах здания детского сада,

при этом эвакуационный выход располагать в самой ячейке непосредственно на улицу.

Детей старшего возраста необходимо размещать в групповых ячейках, расположенных на вторых и третьих этажах здания детского сада с организацией персонального выхода на улицу при помощи зон временной безопасности.

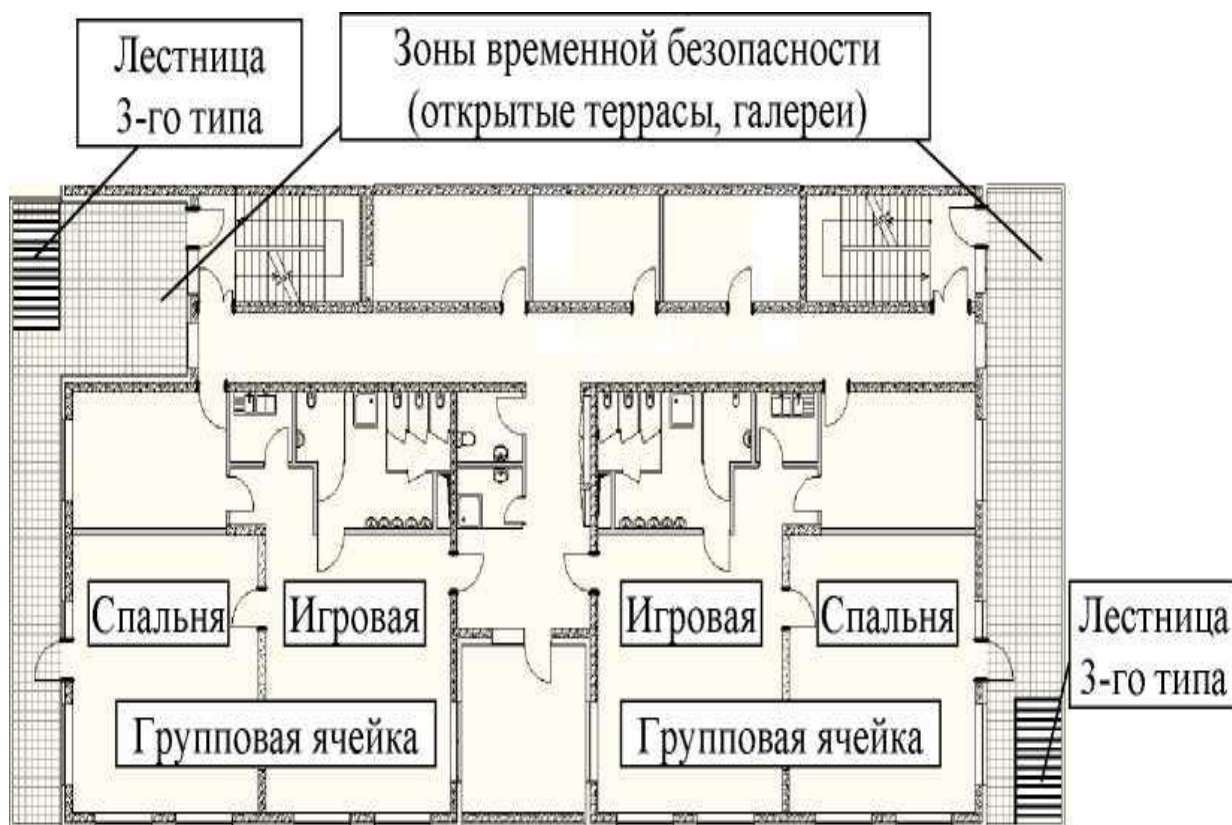


Рисунок 30 – Организация зоны временной безопасности на путях эвакуации

«Что касается ситуации с использованием лестниц для эвакуации, существует много проблем, связанных с безопасностью детей на данном участке путей эвакуации» [18].

«Потому, что есть много опасных моментов, связанных с лестницами, например, тот факт, что лестницы часто вызывают страх у младших детей во время экстренной эвакуации, и в результате они передвигаются медленнее. Следовательно, старшие дошкольники стараются обогнать младших, более

медлительных учеников» [18]. Особенно в тех случаях, когда групповая ячейка младших групп находится на втором этаже здания, существует вероятность возникновения путаницы среди эвакуируемых детей.

В ходе исследований и моделирования было выяснено, что если противопожарное оборудование, установленное в проеме лестничной клетки, имеет самозакрывающийся тип, а уклон лестницы большой, детям в детском саду трудно самостоятельно открываться и поддерживать открытое состояние дверей эвакуационных выходов.

Желательно устанавливать оборудование, которое закрывается в сочетании с распределением на механизм открытия специального устройства и детектора дыма.

Кроме того, необходимо обратить внимание на то, что если высота лестницы и положение установки перил высоки, детям младшего возраста трудно ходить, и на эвакуацию их из помещений необходимо потратить много времени.

Применяемые на сегодняшний день пожарные лестницы 3-го типа на фасадах зданий детских садов зачастую не соответствуют требованиям безопасности, так в подавляющем числе случаев расположены в менее чем одном метре от других оконных проёмов. Данное обстоятельство может затруднить процесс эвакуации.

Пример размещения пожарные лестницы 3-го типа на фасадах зданий детских садов представлен на рисунке 31.



Рисунок 31 – Пример размещения пожарные лестницы 3-го типа на фасадах зданий детских садов

В качестве рекомендаций предложено заменить данные лестницы на специальные эвакуационные тоннели.

Для проектирования эвакуационных тоннелей разрабатывается Проект межгосударственного стандарта ГОСТ «Техника пожарная. Тоннели спасательные пожарные. Общие технические требования. Методы испытаний».

Данные эвакуационные тоннели являются объемно-планировочными решениями по обеспечению эвакуации и соответствуют классу пожарной опасности К0.

Пример проектирования специальных эвакуационных тоннелей в детских садах представлен на рисунке 32.



Рисунок 32 – Эвакуационный тоннель

Бывают случаи, когда пути эвакуации уже заблокированы до начала эвакуации из групповых ячеек, да возможно ещё и момент начала эвакуации настал во время нахождения детей в спальне в период дневного сна. В качестве средств эвакуации из помещений спальни можно использовать дополнительное средство спасения в виде надувного трапа (рисунок 33).



Рисунок 33 – Пример размещения эвакуационного надувного трапа

Наблюдения, сделанные в отношении времени перед эвакуацией, показывают, что время подготовки к эвакуации зависит от сезона. Предлагаемое время подготовки в летнее время составляет 0,6 минуты, 5 минут весной и осенью, 7,5 минуты зимой при использовании верхней одежды и 1,1 минуты при использовании одеял.

При использовании в качестве средств эвакуации надувных трапов комплект одеял необходимо предусмотреть в месте расположения трапа (под окном), а при использовании эвакуационного тоннеля комплект шерстяных одеял или спасательных термопокрывал в местах выхода к тоннелям.

В холодную погоду хранение одеял снаружи здания детского сада может значительно сократить время подготовки к эвакуации.

3.3 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

Произведём оценку эффективности мероприятий по обеспечению своевременной эвакуации детей и взрослых из помещений детского сада.

Расчёт ожидаемых потерь детского сада №50 от пожаров в корпусе №8 будет производиться по двум вариантам:

- на объекте эвакуационные пути выполнены по типовому проекту;
- на объекте в качестве технических средств эвакуации выполнены эвакуационные тоннели и трапы из помещений спальни и музыкального зала, имеется запас спасательных одеял.

Данные для расчёта ожидаемых потерь представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Данные для расчёта ожидаемых потерь

Показатель	Измерение	Обоз.	1 вариант	2 вариант
«Площадь объекта» [8]	м ²	F	10368	
«Стоимость поврежденного технологического оборудования и оборотных фондов» [8]	руб./м ²	C _т	30000	30000

Продолжение таблицы 7

Показатель	Измерение	Обоз.	1 вариант	2 вариант
«Стоимость поврежденных частей здания» [8]	руб/м ²	C _к	30000	30000
«Площадь пожара при отказе всех средств пожаротушения» [8]	м ²	F'' _{пож}	4032	4032
«Площадь пожара на время тушения первичными средствами» [8]	м ²	F _{пож}	4	
«Вероятность возникновения пожара» [8]	1/м ² в год	J	2,03×10 ⁻⁵	
«Вероятность тушения пожара первичными средствами» [8]	-	p ₁	0,79	
«Вероятность тушения пожара привозными средствами» [8]	-	p ₂	0,86	
«Коэффициент, учитывающий степень уничтожения объекта тушения пожара привозными средствами» [8]	-	-	0,52	
«Коэффициент, учитывающий косвенные потери» [8]	-	к	1,63	
«Линейная скорость распространения горения по поверхности» [8]	м/мин	v _л	1	
«Время свободного горения» [8]	мин	Всвг	20	8
«Норма текущего ремонта» [8]	%	Нт.р.	-	5
«Норма амортизационных отчислений» [8]	%	На	-	10
«Период реализации мероприятия» [8]	лет	T	10	

При первом варианте в связи с тем, что на объекте не обеспечивается своевременная эвакуация из помещений музыкального зала прибывающие пожарные подразделения, в первую очередь, будут направляться на спасение детей и взрослых из помещений второго этажа детского сада, только по прибытии достаточных сил и средств, будет проводиться мероприятия по тушению пожара.

При втором варианте в связи с тем, что на объекте проведена своевременная эвакуация из помещений музыкального зала прибывающие пожарные подразделения в первую очередь будут направляться на тушение пожара.

Расчёт времени эвакуации не играет роли при расчётах экономического обоснования планируемых мероприятий, так как не возможно оценить ущерб гибели человека, на момент приезда первых пожарных подразделений эвакуация либо проведена полностью (при втором варианте), либо не

проведена (при первом варианте) и тогда решающим направлением проведения боевых действий согласно боевого устава пожарных подразделений:

- в первом варианте будет спасение людей (то есть экономический ущерб от пожара будет с течением времени свободного развития горения увеличиваться, вплоть до окончания действий по спасению людей;
- во первом варианте будет тушение пожара (это и будет являться экономическим эффектом путём снижения ущерба от свободного развития пожара).

Рассчитаем площадь пожара при тушении привозными средствами по формуле 1:

$$F''_{\text{пож}} = n(v_{\text{л}} B_{\text{св.г}})^2 \text{ м}^2, \quad (1)$$

«где $v_{\text{л}}$ – линейная скорость распространения горения по поверхности, м/мин;

$B_{\text{св.г}}$ – время свободного горения, мин.» [8]

$$F''_{\text{пож-1}} = 3,14(1 \times 20)^2 = 1256 \text{ м}^2$$

$$F''_{\text{пож-2}} = 3,14(1 \times 8)^2 = 201 \text{ м}^2$$

Произведём расчёт ожидаемых потерь от пожаров по формуле 2.

$$M(\Pi_2) = M(\Pi_1) + M(\Pi_2) + M(\Pi_3) \quad (2)$$

«где $M(\Pi_1)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных первичными средствами пожаротушения» [8]:

$$M(\Pi_1) = J \cdot F \cdot C_{\text{T}} \cdot F_{\text{пож}} \cdot (1 + k) \cdot p_1 \quad (3)$$

«где J – вероятность возникновения пожара, $1/\text{м}^2$ в год;

F – площадь объекта, m^2 ;

C_T – стоимость поврежденного технологического оборудования и оборотных фондов, руб./ m^2 ;

$F_{\text{пож}}$ – площадь пожара на время тушения первичными средствами, m^2 ;

k – коэффициент, учитывающий косвенные потери;

p_1 – вероятность тушения пожара первичными средствами» [8].

$$M(\Pi_2) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F'_{\text{пож}} + C_K) \cdot 0,52 \cdot (1 + k) \cdot (1 - p_1) \cdot p_2 \quad (4)$$

«где $F'_{\text{пож}}$ – площадь пожара за время тушения привозными средствами;

0,52 – коэффициент, учитывающий степень уничтожения объекта тушения пожара привозными средствами;

p_2 – вероятность тушения пожара привозными средствами» [8].

$$M(\Pi_3) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F''_{\text{пож}} + C_K) \cdot (1 + k) \cdot [1 - p_1 - (1 - p_1) \cdot p_2] \quad (5)$$

где $F''_{\text{пож}}$ – площадь пожара при отказе всех средств пожаротушения, m^2 .

Для первого варианта:

$$M(\Pi_1) = 2,03 \times 10^{-5} \times 10368 \times 30000 \times 4 \times (1 + 1,63) \times 0,86 = 57125,03 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_2) = 2,03 \times 10^{-5} \times 10368 \times (30000 \times 1256 + 30000) \times 0,52 \times (1 + 1,63) \times (1 - 0,79) \times 0,86 = \\ = 1960308,38 \text{ руб./год.}$$

$$M(\Pi_3) = 2,03 \times 10^{-5} \times 10368 \times (30000 \times 4032 + 30000) \times (1 + 1,63) \times [1 - 0,79 - (1 - \\ - 0,79) \times 0,86] = 98449,52 \text{ руб./год.}$$

Для второго варианта:

$$M(\Pi_1) = 2,03 \times 10^{-5} \times 10368 \times 30000 \times 4 \times (1 + 1,63) \times 0,86 = 57125,03 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_2) = 2,03 \times 10^{-5} \times 10368 \times (30000 \times 201 + 30000) \times 0,52 \times (1 + 1,63) \times (1 - 0,79) \times 0,86 = \\ = 315047,70 \text{ руб./год.}$$

$$M(\Pi_3) = 2,03 \times 10^{-5} \times 10368 \times (30000 \times 4032 + 30000) \times (1 + 1,63) \times [1 - 0,79 - (1 - 0,79) \times 0,86] = 98449,92 \text{ руб./год.}$$

Общие ожидаемые потери детского сада №50 от пожаров в корпусе №8 составят:

- если на объекте эвакуационные пути выполнены по типовому проекту (отсутствуют тоннели и трапы из помещений спальни и музыкального зала):

$$M(\Pi)_1 = 57125,03 + 1960308,38 + 98449,52 = 2115882,93 \text{ руб./год;}$$

- если на объекте в качестве технических средств эвакуации спроектированы и выполнены эвакуационные тоннели и трапы из помещений спальни и музыкального зала:

$$M(\Pi)_2 = 57125,03 + 315047,70 + 98449,92 = 470622,65 \text{ руб./год.}$$

Стоимость реализация мероприятий представлена в таблице 8.

Таблица 8 – Стоимость реализации мероприятий

Виды работ	Стоимость, руб.
Разработка проекта	100000
Проведение монтажных работ	200000
Стоимость предложенных средств эвакуации	1000000
Проведение мероприятий по моделированию времени эвакуации с использованием предложенных технических средств и способов эвакуации	50000
Расчёт пожарного риска	50000
Итого:	1300000

Экономический эффект от предложенных мероприятий составит:

$$И = \sum_{t=0}^T ([M(\Pi_1) - M(\Pi_2) - [P_2 - P_1]) \times \frac{1}{(1+НД)^t} - (K_2 - K_1)) \quad (6)$$

«где T – горизонт расчета (продолжительность расчетного периода);

t – год осуществления затрат;

$НД$ – постоянная норма дисконта, равная приемлемой для инвестора норме дохода на капитал.

$M(\Pi_1), M(\Pi_2)$ – расчетные годовые материальные потери в базовом и планируемом вариантах, руб./год;

K_1, K_2 – капитальные вложения на осуществление противопожарных мероприятий в базовом и планируемом вариантах, руб.;

P_1, P_2 – эксплуатационные расходы в базовом и планируемом вариантах в t -м году, руб./год» [8].

Расчёт денежных потоков от монтажа эвакуационных тоннелей и трапов из помещений спальни и музыкального зала представлен в таблице 9.

Таблица 9 – Расчёт денежных потоков

Год осуществления проекта T	$M(\Pi_1)-M(\Pi_2)$	P_2-P_1	$1/(1+НД)^t$	$[M(\Pi_1)-M(\Pi_2)-(C_2-C_1)]^* 1/(1+НД)^t$	K_2-K_1	Чистый дисконтированный поток доходов по годам проекта (И)
1	1645260,28	-	0,91	1497186,85	1300000	197186,85
2	1645260,28	-	0,83	1365566,03	-	1365566,03
3	1645260,28	-	0,75	1233945,21	-	1233945,21
4	1645260,28	-	0,68	1118776,99	-	1118776,99
5	1645260,28	-	0,62	1020061,37	-	1020061,37
6	1645260,28	-	0,56	921345,76	-	921345,76
7	1645260,28	-	0,51	839082,74	-	839082,74
8	1645260,28	-	0,47	773272,33	-	773272,33
9	1645260,28	-	0,42	691009,32	-	691009,32
10	1645260,28	-	0,39	641651,51	-	641651,51
Экономический эффект						8801898,11

Интегральный экономический эффект от монтажа эвакуационных тоннелей и трапов из помещений спальни и музыкального зала за десять лет составит 8801898,11 рублей.

Вывод по разделу.

В разделе предложены объемно-планировочные решения, которые бы обеспечивали безопасность эвакуации через оконные проёмы.

Промышленностью РФ представлено техническое решение по обеспечению предлагаемого способа эвакуации в виде трапа спасательного пожарного «Самоспас» (производитель ООО «Самоспас»).

Предложенный способ эвакуации обеспечит потребности детского сада в быстрой эвакуации детей из помещений музыкального зала и спален в групповых ячейках 2 этажа.

Материал изготовления трапа спасательного «Самоспас» ПВХ – умеренно горючий материал с классом пожаробезопасности (Г3), как и конструкция оконного проёма (ПВХ профиль), соответственно классы пожарной опасности совпадают.

Также было выяснено, что применяемые на сегодняшний день пожарные лестницы 3-го типа на фасадах зданий детских садов зачастую не соответствуют требованиям безопасности, так в подавляющем числе случаев расположены в менее чем одном метре от других оконных проёмов. Данное обстоятельство может затруднить процесс эвакуации.

В качестве рекомендаций предложено заменить данные лестницы на специальные эвакуационные тоннели.

Данные эвакуационные тоннели являются объемно-планировочными решениями по обеспечению эвакуации и соответствуют классу пожарной опасности К0.

Бывают случаи, когда пути эвакуации уже заблокированы до начала эвакуации из групповых ячеек, да возможно ещё и момент начала эвакуации настал во время нахождения детей в спальне в период дневного сна.

Наблюдения, сделанные в отношении времени перед эвакуацией, показывают, что время подготовки к эвакуации зависит от сезона. Предлагаемое время подготовки в летнее время составляет 0,6 минуты, 5

минут весной и осенью, 7,5 минуты зимой при использовании верхней одежды и 1,1 минуты при использовании одеял.

При использовании в качестве средств эвакуации надувных трапов комплект одеял необходимо предусмотреть в месте расположения трапа (под окном), а при использовании эвакуационного тоннеля комплект шерстяных одеял или спасательных термопокрывал – в местах выхода к тоннелям.

В холодную погоду хранение одеял снаружи здания детского сада может значительно сократить время подготовки к эвакуации.

Необходимо составить план эвакуации, чтобы дети старшего возраста с быстрой скоростью ходьбы могли эвакуироваться первыми, чтобы эвакуация не была затруднена.

Интегральный экономический эффект от монтажа эвакуационных тоннелей и трапов из помещений спальни и музыкального зала за десять лет составит 8801898,11 рублей.

Заключение

В первом разделе в ходе выполнения задач исследования было выяснено, что:

- каждая групповая ячейка должна иметь не менее двух эвакуационных выходов, при этом один из выходов предусматривается непосредственно из групповой ячейки детского сада;
- каждый этаж здания должен иметь не менее двух эвакуационных выходов;
- в качестве второго, третьего и последующих эвакуационных выходов со второго этажа допускается использовать наружные открытые лестницы с уклоном не более 45° (кроме зданий детских дошкольных учреждений для детей с нарушениями физического и умственного развития, а также детских дошкольных учреждений общего типа III-V степеней огнестойкости);
- ширина таких лестниц должна быть не менее 0,8 м, а ширина сплошных проступей их ступеней – не менее 0,2 м;
- высота ограждений лестниц, используемых детьми, должна быть не менее 1,2 м, а в дошкольных учреждениях для детей с нарушением умственного развития – 1,8 или 1,5 м при сплошном ограждении сеткой;
- в ограждении лестниц вертикальные элементы должны иметь просвет не более 0,1 м (горизонтальные членения в ограждениях не допускаются);
- высота ограждения крылец при подъеме на три и более ступеньки должна быть не менее 0,8 м;
- на остекленных дверях в детских дошкольных учреждениях должны предусматриваться защитные решетки до высоты не менее 1,2 м.

Основное внимание в работе было уделено категории использования детских садов, установкам пожарной безопасности для этих учреждений, инструкциям для персонала и противопожарным учениям.

В Японии в последнее время число учащихся в детских садах становится все больше и больше. Во многом это связано с социальным прогрессом женщин, с увеличением числа работающих матерей. Кроме того, число домохозяйств, состоящих из трех поколений, сокращается.

Детские сады традиционно представляют собой малоэтажные сооружения с детской площадкой, но отмена регулирования закона теперь позволяет размещать детские сады на средних этажах высотных зданий.

В Японии возраст учащихся детских садов, как правило, от младенчества до пяти лет, что означает, что они не могут самостоятельно эвакуироваться из помещения во время пожара. А схема планирования безопасной эвакуации из зданий недостаточно изучена, поэтому в Японии сейчас изучается практика проведения противопожарных учений и проводятся опросы воспитателей детских садов.

Детские сады Японии можно условно разделить на «лицензированные детские сады», которые утверждены правительством префектуры в соответствии с Законом о защите детей, «Сертифицированные детские сады», которые удовлетворяют определенным требованиям к строительству и уведомляют правительство о своём функционировании, и «другие».

В то время как утвержденные детские сады составляют около 83% от общего числа, сертифицированные детские сады составляют около 54%, а сертифицированные детские сады часто объединяются с другими объектами в одном здании. Исходя из вышеизложенной ситуации, факторы, влияющие на требования к безопасности путей эвакуации детей из детских садов, будут определены для каждого из детских садов одного типа и комплексного типа.

Во втором разделе представлена оперативно-тактическая характеристика объекта исследования – детский сад на 260 мест,

расположенный по адресу Тюменская область, город Тюмень, ЖК «Плеханово», д/с №50 корпус 8.

Выяснено, что:

- степень огнестойкости, класс конструктивной пожарной опасности, класс функциональной пожарной опасности соответствуют требованиям норм пожарной безопасности;
- пожарная безопасность объекта обеспечивается системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями, направленными на предотвращение воздействия на людей опасных факторов пожара, а также их вторичных проявлений;
- устройства для самозакрывания дверей находятся в исправном состоянии;
- объемные самосветящиеся знаки пожарной безопасности с автономным питанием и от электросети, используемые на путях эвакуации (в том числе световые указатели «Эвакуационный (запасный) выход», «Дверь эвакуационного выхода»), находятся в исправном состоянии.

На объекте Детский сад на 260 мест имеются отступления от требований нормативных документов по пожарной безопасности, а именно:

- ширина лестничных маршей, площадок и выходов из лестничных клеток менее 1,35 м;
- в наружных стенах лестничных клеток не предусмотрены на каждом этаже окна, открывающиеся изнутри без ключа и других специальных устройств, с площадью остекления не менее 1,2 м²;
- при размещении лестничных клеток в местах примыкания одной части здания к другой внутренний угол составляет менее 135°;
- расстояние по горизонтали от оконных и дверных проемов лестничных клеток до проемов (оконных, со светопрозрачным заполнением, дверных) в наружных стенах зданий менее 4 м;

- при расстоянии между вышеуказанными проемами менее 4 м не предусмотрено их заполнение противопожарными дверями или окнами с пределом огнестойкости не менее EI (E) 30.

В разделе произведен анализ поведения работников детского сада и детей в процессе учений по эвакуации.

При рассмотрении эвакуации в детском саду необходимо учитывать поведение при эвакуации в детском саду. Обучение персонала эвакуации повлияет на время подготовки к эвакуации.

Во всех детских садах воспитатели детских садов смогли подготовиться к эвакуации с момента возникновения пожара до начала эвакуации.

Было замечено, что, услышав сигнал о пожаре, многие воспитатели выходили в коридор, чтобы убедиться в необходимости проведения эвакуации. В том же исследовании дети оставались на своих местах без принятия каких-либо мер по эвакуации после того, как было дано указание на эвакуацию.

При эвакуации возникла ситуация, когда нужно было проверить количество людей до начала спуска по лестнице и по прибытии на каждый этаж и во время прибытия на место эвакуации.

Некоторые 3-х летние дети, которые эвакуировались через балкон, что не является ежедневным маршрутом, были замечены испуганными, но голос воспитателя детского сада и руководства позволили предотвратить серьезную панику.

С другой стороны, дети 1 и 2 лет, которые могли ходить самостоятельно, но с трудом следовали указаниям воспитателя детского сада, испытывали замешательство. Кроме того, среди детей 2 и 3 лет было много детей из детского сада, которые начали плакать или не могли двигаться из-за громкого звука системы оповещения.

Время перед началом движения сильно зависит от действий и решений воспитателей. Для возрастной категории 2-4 лет предварительное

перемещение зависит от действий воспитателей (сбор детей для эвакуации), а для возрастной группы 5-6 лет и детей младшего школьного возраста зависит от решений воспитателей (дети быстро реагировали и выстраивались в ряд самостоятельно, но они остановились и ждали сигнала учителя, чтобы выйти).

Результаты тренировки показали, что скорость ходьбы по лестнице зависит от возраста, и отмечается, что 72% детей дошкольного возраста использовали поручень во время противопожарных учений.

Представлена процедура обеспечения эвакуационных мероприятий из помещений детского сада.

Было замечено, что некоторые дети возраста трёх лет, которые эвакуировались через балкон, что не является ежедневным маршрутом, были замечены испуганными, соответственно, необходимо чаще использовать пути эвакуации через балкон в повседневной деятельности учреждения, например при следовании на прогулку.

В разделе диссертации проведено моделирование динамики развития пожара проводилось по полевой модели с помощью программы FDS (Fire Dynamic Simulator), разработанной Национальным институтом стандартов и технологии НИСТ/NIST, США.

Пожар происходит на 2-м этаже в музыкальном зале. Происходит возгорание материала «Зал театра». ОФП через открытый дверной проем распространяются на пути эвакуации – в коридор, блокируя пути эвакуации. Эвакуация людей осуществляется через имеющиеся эвакуационные выходы.

По итогам проведения моделирования динамики развития пожара с помощью программы FDS (Fire Dynamic Simulator) было определено, что на 271 секунде эвакуационные пути и выходы из помещений музыкального зала на втором этаже будут заблокированы, а эвакуация из данных помещений начнётся на 360 секунде от начала пожара.

Соответственно эвакуация в таких условиях возможна только через оконные проёмы.

В третьем разделе предложены объемно-планировочные решения, которые бы обеспечивали безопасность эвакуации через оконные проёмы.

Промышленностью РФ представлено техническое решение по обеспечению предлагаемого способа эвакуации в виде трапа спасательного пожарного «Самоспас» (производитель ООО «Самоспас»).

Предложенный способ эвакуации обеспечит потребности детского сада в быстрой эвакуации детей из помещений музыкального зала и спален в групповых ячейках 2 этажа.

Материал изготовления трапа спасательного «Самоспас» ПВХ – умеренно горючий материал с классом пожаробезопасности (Г3), как и конструкция оконного проёма (ПВХ профиль), соответственно классы пожарной опасности совпадают.

Также было выяснено, что применяемые на сегодняшний день пожарные лестницы 3-го типа на фасадах зданий детских садов зачастую не соответствуют требованиям безопасности, так в подавляющем числе случаев расположены в менее чем одном метре от других оконных проёмов. Данное обстоятельство может затруднить процесс эвакуации.

В качестве рекомендаций предложено заменить данные лестницы на специальные эвакуационные тоннели.

Данные эвакуационные тоннели являются объемно-планировочными решениями по обеспечению эвакуации и соответствуют классу пожарной опасности К0.

Бывают случаи, когда пути эвакуации уже заблокированы до начала эвакуации из групповых ячеек, да возможно ещё и момент начала эвакуации настал во время нахождения детей в спальне в период дневного сна.

Наблюдения, сделанные в отношении времени перед эвакуацией, показывают, что время подготовки к эвакуации зависит от сезона. Предлагаемое время подготовки составляет:

- в летнее время – 0,6 минуты;
- минут весной и осенью;

- зимой – 7,5 минуты при использовании верхней одежды;
- зимой – 1,1 минуты при использовании одеял.

При использовании в качестве средств эвакуации надувных трапов комплект одеял необходимо предусмотреть в месте расположения трапа (под окном), а при использовании эвакуационного тоннеля комплект шерстяных одеял или спасательных термопокрывал – в местах выхода к тоннелям.

В холодную погоду хранение одеял снаружи здания детского сада может значительно сократить время подготовки к эвакуации.

Необходимо составить план эвакуации, чтобы дети старшего возраста с быстрой скоростью ходьбы могли эвакуироваться первыми, чтобы эвакуация не была затруднена.

Интегральный экономический эффект от монтажа эвакуационных тоннелей и трапов из помещений спальни и музыкального зала за десять лет составит 8801898,11 рублей.

Список используемых источников

1. Алексеев Ю. В. Методология проектирования эвакуационных путей вне зданий // Пожаровзрывобезопасность. 2012. №3. С. 69-73. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodologiya-proektirovaniya-evakuatsionnyh-putey-vne-zdaniy> (дата обращения: 21.12.2021).
2. Вогман Л. П. Основные подходы к оценке уровня пожарной опасности производственных объектов // Пожаровзрывобезопасность. 2004. №2. С. 23-30. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-podhody-k-otsenke-urovnya-pozharnoy-opasnosti-proizvodstvennyh-obektov> (дата обращения: 21.12.2021).
3. Вытовтов А.В., Шумилин В.В. Системы фотолюминесцентные эвакуационные // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2010. №1 (1). С. 11-13. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistemy-fotolyuminestsentnye-evakuatsionnye> (дата обращения: 21.12.2021).
4. Жилин О.И. Эвакуация людей при пожаре // Энергобезопасность и энергосбережение. 2007. №1. С. 9-18. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/evakuatsiya-lyudey-pri-pozhare> (дата обращения: 21.12.2021).
5. Жилин О.И. Оснащение территории и объектов организаций знаками пожарной безопасности // Энергобезопасность и энергосбережение. 2006. №3. С. 25-30 URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osnaschenie-territorii-i-obektov-organizatsiy-znakami-pozharnoy-bezopasnosti> (дата обращения: 21.12.2021).
6. Королев Д.С., Калач А.В., Зенин А.Ю. Важность принятия решений при обеспечении пожарной безопасности // Современные проблемы гражданской защиты. 2015. №2 (15). С. 42-46. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vazhnost-prinyatiya-resheniy-pri-obespechenii-pozharnoy-bezopasnosti> (дата обращения: 21.12.2021).

7. Мальцев А.В., Леонов Н.С. Режимы работы световых оповещателей систем пожарной автоматики // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2018. №9. С. 563-566. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rezhimy-raboty-svetovyh-opoveschateley-sistem-pozharnoy-avtomatiki> (дата обращения: 21.12.2021).

8. Методика и примеры технико-экономического обоснования противопожарных мероприятий к СНиП 21-01-97* [Электронный ресурс] : МДС 21-3.2001. URL: http://pozhproekt.ru/nsis/Rd/Mds/21-3_2001.htm (дата обращения: 17.08.2022).

9. Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации [Электронный ресурс]: Постановление правительства РФ от 16 сентября 2020 г. № 1479. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_363263 (дата обращения: 21.12.2021).

10. О безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон № 390-ФЗ от 28.12.2010г. (в ред. от 09.11.2020). URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/32417> (дата обращения: 21.12.2021).

11. О пожарной безопасности [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ (ред. от 11.06.2021). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5438 (дата обращения: 21.12.2021).

12. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности [Электронный ресурс]: СП 12.13130.2009 URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200071156> (дата обращения: 21.12.2021).

13. Патент на изобретение RU184749U1 Российская Федерация. Трап спасательный пожарный / Глотова Любовь Викторовна. (RU) : заявитель и правообладатель Глотова Любовь Викторовна. (RU) ; заявл. 08.12.2017 ; опубл. 07.11.2018 URL:

https://yandex.ru/patents/doc/RU184749U1_20181107?ysclid=lb dyeivkrx3466650
39 (дата обращения: 21.12.2021).

14. Поляков Р.Ю., Хаустов С.Н., Бокадаров С.А. Совершенствование способов эвакуации на объекте массового пребывания людей с применением современных фотолюминесцентных эвакуационных систем // Современные проблемы гражданской защиты. 2014. №1 (10). С. 40-43 URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-sposobov-evakuatsii-na-obekte-massovogo-prebyvaniya-lyudey-s-primeneniem-sovremennyh-fotolyuminestsentnyh> (дата обращения: 21.12.2021).

15. Проценко Т.В. Внедрение новых средств обеспечения пожарной безопасности в детских садах // Проблемы науки. 2021. №7 (66). С. 28-31. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vnedrenie-novyh-sredstv-obespecheniya-pozharnoy-bezopasnosti-v-detskih-sadah> (дата обращения: 07.12.2022).

16. Проценко Т.В. Совершенствование методики оценки величины пожарной опасности и пожарного риска на объектах дошкольного образования (детские сады) путём уточнения параметров эвакуационного процесса для дошкольных образовательных учреждений // Проблемы науки. 2021. №5 (64). С. 25-28. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-metodiki-otsenki-velichiny-pozharnoy-opasnosti-i-pozharnogo-riska-na-obektah-doshkolnogo-obrazovaniya-detskie> (дата обращения: 07.12.2022).

17. Самошин Д.А., Холщевников В.В. Проблемы нормирования времени начала эвакуации // Пожаровзрывобезопасность. 2016. №5. С. 37-51. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-normirovaniya-vremeni-nachala-evakuatsii> (дата обращения: 07.12.2022).

18. Седнев В.А, Буренко Ю.Н, Баринов А.В. Пути повышения эффективности эвакуации маломобильных категорий граждан из маловысотных зданий при чрезвычайных ситуациях // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2015. №3 (26). С. 22-26. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/puti-povysheniya-effektivnosti-evakuatsii>

malomobilnyh-kategoriy-grazhdan-iz-malovysotnyh-zdaniy-pri-chrezvychaynyh-situatsiyah (дата обращения: 07.12.2022).

19. Сиротюк А.В., Эмрих А.В., Винокуров А.Е. Анализ существующих принципов, методов и средств обеспечения пожарной безопасности детских организаций // Проблемы науки. 2020. №4 (52). С. 43-47. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-suschestvuyuschih-printsipov-metodov-i-sredstv-obespecheniya-pozharnoy-bezopasnosti-detskih-organizatsiy> (дата обращения: 07.12.2022).

20. Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы [Электронный ресурс]: СП 1.13130.2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/565248961> (дата обращения: 21.12.2021).

21. Системы противопожарной защиты [Электронный ресурс]: СП 2.13130.2020 URL: <https://docs.cntd.ru/document/565248963> (дата обращения: 21.12.2021).

22. Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс]: СП 3.13130.2009. URL: <https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/svody-pravil/675> (дата обращения: 21.12.2021).

23. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара [Электронный ресурс]: СП 4.13130.2013. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200101593> (дата обращения: 21.12.2021).

24. Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования [Электронный ресурс] : СП 484.1311500.2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/566249686> (дата обращения: 21.12.2021).

25. Системы противопожарной защиты. Наружное противопожарное водоснабжение [Электронный ресурс]: СП 8.13130.2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/565391175> (дата обращения: 21.12.2021).

26. Суетнова И.С., Ефимов С.В. Моделирование пожарной опасности // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2018. №9. С. 858-862. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-pozharnoy-opasnosti> (дата обращения: 21.12.2021).

27. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ (ред. от 02.07.2013). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720 (дата обращения: 21.12.2021).

28. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ (ред. от 30.04.2021). URL: <http://docs.cntd.ru/document/902111644> (дата обращения: 21.12.2021).

29. Фаткуллин В.А., Аксенов С.Г. К вопросу об обеспечении пожарной безопасности дошкольных образовательных учреждений // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2022. №10-2. С. 125-128. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-ob-obespechenii-pozharnoy-bezopasnosti-doshkolnyh-obrazovatelnyh-uchrezhdeniy> (дата обращения: 07.12.2022).

30. Холщевников В. В., Самошин Д. А., Белосохов И. Р., Истратов Р. Н., Кудрин И. С., Парфёненко А. П. Парадоксы нормирования обеспечения безопасности людей при эвакуации из зданий и пути их устранения // Пожаровзрывобезопасность. 2011. №3. С. 41-51. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/paradoksy-normirovaniya-obespecheniya-bezopasnosti-lyudey-pri-evakuatsii-iz-zdaniy-i-puti-ih-ustraneniya> (дата обращения: 21.12.2021).

31. An Experimental Data-Set on Pre-school Children Evacuation [Электронный ресурс]. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10694-016-0643-x> (дата обращения: 21.11.2022).

32. A Comprehensive Study on Pedestrians' Evacuation [Электронный ресурс]. URL: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1911/1911.01165.pdf> (дата обращения: 21.11.2022).

33. Effects of Different Staircase Design Factors on Evacuation of Children from Kindergarten Buildings Analyzed via Agent-Based Simulation [Электронный ресурс]. https://www.researchgate.net/publication/339836188_Effects_of_Different_Staircase_Design_Factors_on_Evacuation_of_Children_from_Kindergarten_Buildings_Analyzed_via_Agent-Based_Simulation (дата обращения: 11.11.2022).

34. Effects of the Zippy's Friends Programme on Children's Coping Abilities During the Transition from Kindergarten to Elementary School [Электронный ресурс]. URL: https://www.landlaeknir.is/servlet/file/store93/item17889/Monkeviciene_Mishara_Dufour_06.pdf (дата обращения: 12.11.2022).

35. Simulation Study on Kindergarten Evacuation Based on the Experimental Data [Электронный ресурс]. URL: https://www.researchgate.net/publication/342925838_Simulation_Study_on_Kindergarten_Evacuation_Based_on_the_Experimental_Data (дата обращения: 21.11.2022).