

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

Институт инженерной и экологической безопасности

(наименование института полностью)

Департамент магистратуры

(наименование)

20.04.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки)

Управление пожарной безопасностью

(направленность (профиль))

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)

На тему Повышение эффективности эвакуации людей (персонала и детей) на
примере возможного пожара в МБДОУ «Детский сад «Развитие»,
Воронежская обл. Новоусманский район, с. Новая Усмань

Студент А.Н. Бунин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель : к.т.н., доцент, А.В. Щипанов

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Содержание

Введение	3
Термины и определения.....	8
Перечень сокращений и обозначений.....	12
1 Исследование процесса эвакуации.....	13
2 Анализ пожарной безопасности объекта.....	24
2.1 Характеристика объекта.....	24
2.2 Анализ систем пожарной автоматики, используемой на объекте..	27
2.3 Анализ путей эвакуации и эвакуационных выходов.....	33
2.4 Анализ документации по пожарной безопасности.....	34
2.5 Анализ пожарной опасности объекта защиты.....	35
3 Оценка пожарного риска. Разработка мероприятий, направленных на повышение эффективности эвакуации людей	39
3.1 Расчет пожарного риска	39
3.1.1 Методика расчета.....	39
3.1.2 Расчет времени блокирования путей эвакуации	48
3.1.3 Расчет времени эвакуации	51
3.1.4 Определение вероятности эвакуации.....	62
3.1.5 Расчет индивидуального пожарного риска.....	64
3.2 Практический эксперимент по эвакуации людей.....	65
3.3 Разработка мероприятий, направленных на повышение эффективности эвакуации людей.....	66
Заключение.....	71
Список используемой литературы и используемых источников	73
Приложение А Геометрические параметры дверей	78
Приложение Б Расчет пожарного риска. Сценарий 1	83
Приложение В Расчет пожарного риска. Сценарий 2	88
Приложение Г Расчет пожарного риска. Сценарий 3	93

Введение

Пожар в здании – это чрезвычайное происшествие, которое возникает в результате неконтролируемого горения веществ и материалов. При этом образуются опасные поражающие факторы, которые создают угрозу причинения вреда людям, материальным ценностям и окружающей среде.

Так, в 2002 г. при 145-миллионном населении нашей страны на пожарах погибло 19 988 человек [3], то есть в расчете на 1 млн населения - 138 человек, погибших при пожарах. В десятилетний период 2006 – 2016 годов, на территории нашей страны произошло 1701398 пожаров, в результате которых погибло 120590 человек [24]. По оценке Всемирного центра пожарной статистики, это «ужасающие показатели смертности при пожарах» [2]. Кроме того, по крайней мере, в 10 раз больше людей получает тяжелые ожоги и травмы [19].

ГОСТ 12.1.004 [5] требует, чтобы допустимый уровень пожарной опасности для людей должен быть не более 10^{-6} воздействия опасных факторов пожара, превышающих предельно допустимые значения, в год в расчете на каждого человека. В статистических материалах отмечается, что в нашей стране фактический уровень социального пожарного риска превышает нормативный показатель более чем в 1000 раз! При этом нормативными документами по пожарной безопасности [15] декларируется «приоритетность требований, которые направлены на обеспечение безопасности людей при пожаре, по отношению к другим противопожарным требованиям». Этому можно найти подтверждение и в трудах советских ученых. Ещё в тридцатых годах прошлого века Беляев С.В. рассматривал вопросы безопасной эвакуации в своей работе «Эвакуация зданий массового назначения» [1]. И в настоящее время эвакуация остается естественным и наиболее приемлемым способом спастись людям в чрезвычайных ситуациях.

Одной из самых уязвимых групп населения являются дети. Здания дошкольных образовательных учреждений, также как и больницы, дома

престарелых и инвалидов, спальные корпуса детских учреждений и образовательных учреждений интернатного типа отнесены к наивысшему классу по функциональной пожарной опасности- Ф1.1 [23].

Актуальность вопроса эвакуации детей определяется его социальной важностью. Пожар в здании детского сада – событие экстраординарное, и нужно не допустить ошибок в процессе его ликвидации, иначе последствия могут быть самыми печальными.

Научная значимость настоящего исследования заключается в расширении знаний по исследуемой проблеме, поиске новых форм и приёмов, направленных на совершенствование процесса эвакуации на объектах с массовым пребыванием детей дошкольного возраста.

Объектом исследования является рассмотрение процесса эвакуации людей из здания детского сада.

Предмет исследования: система противопожарной защиты здания дошкольного образовательного учреждения, методы и способы эвакуации людей.

Цель исследования представлена как повышение эффективности эвакуации людей (персонала и детей) из дошкольного образовательного учреждения.

Гипотеза исследования состоит в том, что эвакуации людей из дошкольного образовательного учреждения будет эффективнее, если:

- сократить время обнаружения и информирования людей о пожаре;
- привести в соответствие требованиям нормативных документов эвакуационные выходы;
- в процессе эвакуации вместо верхней одежды применять одеяла;
- обучить персонал учреждения методам эвакуации.

Практически на каждом из объектов имеется угроза нанесения ущерба жизни и здоровью людей, имуществу при возникновении неконтролируемого горения. Самым эффективным способом защиты людей на пожаре является эвакуация.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- раскрыть сущность эвакуации при пожаре;
- представить основные требования, предъявляемые к зданиям, помещениям, инженерным системам противопожарной защиты и документам, используемым в детском саду для эвакуации;
- определить порядок действий при эвакуации в случае возникновения пожара.

Теоретико-методологическую основу исследования составили:

- изучение физической сущности процессов, определяющих основные качества исследуемого объекта,
- выполнение предварительных экспериментов,
- формулирование гипотезы, выбор и обоснование физической модели,
- математизация модели,
- получение аналитических выражений,
- теоретический анализ полученных закономерностей.

Базовыми также явились экспериментальные методы исследования:

- теоретический анализ литературы по проблеме исследования;
- анализ системы пожарной безопасности рассматриваемого объекта;
- практический эксперимент по эвакуации детей и персонала из здания;
- сопоставление результатов, полученных при практическом эксперименте с расчетными величинами.

Опытно-экспериментальная база исследования: Муниципальное бюджетное дошкольное образовательное учреждение «Детский сад «Развитие».

Научная новизна исследования заключается в том, что:

- впервые предлагается вариативность инструкций по эвакуации людей из здания в зависимости от обстановки

- впервые предлагается использовать дополнительный персонал учреждения для эвакуации групп детей младшего возраста.

Теоретическая значимость исследования заключается в:

- возможности использования материала работы в разработке материала для подготовки персонала дошкольных образовательных учреждений;
- возможности внесения изменений в действующие нормативно-правовые акты.

Практическая значимость исследования заключается в том, что полученные данные будут способствовать совершенствованию пожарной безопасности детского сада. Выводы и рекомендации могут быть использованы в дальнейшей работе дошкольного образовательного учреждения для улучшения системы противопожарной защиты.

Достоверность и обоснованность результатов исследования обеспечивались:

- применением апробированных методов практического эксперимента;
- проведением анализа данных практического эксперимента;
- сопоставление информации, полученной при проведении анализа с требованиями нормативных документов.

Личное участие автора состоит в организации и проведении исследования процесса эвакуации, в анализе путей эвакуации и эвакуационных выходов, документации по пожарной безопасности, систем пожарной автоматики, используемой на объекте, расчете пожарного риска. Кроме того, проведён анализ пожарной опасности рассматриваемого объекта и практический эксперимент по эвакуации детей и персонала.

Апробация и внедрение результатов работы проводились на протяжении всего исследования на объекте защиты. Его результаты в дальнейшем будут рассмотрены на конференции, посвященной данному вопросу.

На защиту выносятся:

- Анализ системы пожарной безопасности рассматриваемого объекта;
- Результаты расчета пожарного риска;
- Результаты практического эксперимента по эвакуации детей и персонала;
- Комплекс мероприятий, направленных на повышение эффективности эвакуации людей (персонала и детей) из здания детского сада.

Работа состоит из введения, трёх разделов, заключения. Кроме того, имеется 1 рисунок, 26 таблиц, список использованной литературы (30 источников), 4 приложения. Основной текст работы изложен на семидесяти пяти страницах.

В данной работе рассматриваются некоторые аспекты, направленные на решение вопроса раннего обнаружения пожара и сокращения времени эвакуации путём принятия организационных решений, выполнения требований нормативных документов по пожарной безопасности в детском саду. Проводится практический эксперимент по эвакуации детей и персонала из здания, по результатам которого, сравниваются различные величины, принятые в расчётах в сопоставлении с натурными наблюдениями. Выполняется анализ результатов исследований, формулируются выводы и рекомендации.

Термины и определения

Безопасная зона – зона, в которой люди защищены от воздействия опасных факторов пожара или в которой опасные факторы пожара отсутствуют либо не превышают предельно допустимых значений [23];

Допустимый пожарный риск – пожарный риск, уровень которого допустим и обоснован исходя из социально-экономических условий [23];

Извещатель пожарный – техническое средство, предназначенное для обнаружения пожара посредством контроля изменений физических параметров окружающей среды, вызванных пожаром, и/или формирования сигнала о пожаре [18];

Индивидуальный пожарный риск – пожарный риск, который может привести к гибели человека в результате воздействия опасных факторов пожара [23];

Класс конструктивной пожарной опасности зданий, сооружений и пожарных отсеков – классификационная характеристика зданий, сооружений и пожарных отсеков, определяемая степенью участия строительных конструкций в развитии пожара и образовании опасных факторов пожара [23];

Класс функциональной пожарной опасности зданий, сооружений и пожарных отсеков – классификационная характеристика зданий, сооружений и пожарных отсеков, определяемая назначением и особенностями эксплуатации указанных зданий, сооружений и пожарных отсеков, в том числе особенностями осуществления в указанных зданиях, сооружениях и пожарных отсеках технологических процессов производства [23];

Ложное срабатывание – сигнал о пожаре, сформированный извещателем при отсутствии опасных факторов пожара [18];

Меры пожарной безопасности – действия по обеспечению пожарной безопасности, в том числе по выполнению требований пожарной безопасности [9];

Необходимое время эвакуации – время с момента возникновения пожара, в течение которого люди должны эвакуироваться в безопасную зону без причинения вреда жизни и здоровью людей в результате воздействия опасных факторов пожара [23];

Объект защиты – продукция, в том числе имущество граждан или юридических лиц, государственное или муниципальное имущество (включая объекты, расположенные на территориях поселений, а также здания, сооружения, транспортные средства, технологические установки, оборудование, агрегаты, изделия и иное имущество), к которой установлены или должны быть установлены требования пожарной безопасности для предотвращения пожара и защиты людей при пожаре [23];

Опасные факторы пожара – факторы пожара, воздействие которых может привести к травме, отравлению или гибели человека и (или) к материальному ущербу [23];

Паника (от греч. *panikon* – безотчетный ужас) – это «состояние психики человека, выраженное в остром ощущении страха и вызывающее неконтролируемое стремление быстрее выйти из опасной ситуации» [8];

Первичные средства пожаротушения – средства пожаротушения, используемые для борьбы с пожаром в начальной стадии его развития [23];

Пожар – неконтролируемое горение, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства [9];

Пожарная безопасность объекта защиты – состояние объекта защиты, характеризующее возможность предотвращения возникновения и развития пожара, а также воздействия на людей и имущество опасных факторов пожара [23];

Пожарный извещатель – техническое средство, предназначенное для формирования сигнала о пожаре [23];

Пожарный оповещатель – техническое средство, предназначенное для оповещения людей о пожаре [23];

Пожарный риск – мера возможности реализации пожарной опасности объекта защиты и ее последствий для людей и материальных ценностей[23];

Предел огнестойкости конструкции (заполнения проемов противопожарных преград) – промежуток времени от начала огневого воздействия в условиях стандартных испытаний до наступления одного из нормированных для данной конструкции (заполнения проемов противопожарных преград) предельных состояний [23];

Прибор приемно-контрольный пожарный – техническое средство, предназначенное для приема сигналов от пожарных извещателей, осуществления контроля целостности шлейфа пожарной сигнализации, световой индикации и звуковой сигнализации событий, формирования стартового импульса запуска прибора управления пожарного [23];

Прибор управления пожарный – техническое средство, предназначенное для передачи сигналов управления автоматическим установкам пожаротушения, и (или) включения исполнительных установок систем противодымной защиты, и (или) оповещения людей о пожаре, а также для передачи сигналов управления другим устройствам противопожарной защиты [23];

Система пожарной автоматики – совокупность взаимодействующих систем пожарной сигнализации, передачи извещений о пожаре, оповещения и управления эвакуацией людей, противодымной вентиляции, установок автоматического пожаротушения и иного оборудования автоматической противопожарной защиты, предназначенных для обеспечения пожарной безопасности объекта [18];

Система пожарной сигнализации – совокупность взаимодействующих технических средств, предназначенных для обнаружения пожара, формирования, сбора, обработки, регистрации и выдачи в заданном виде сигналов о пожаре, режимах работы системы, другой информации и выдачи (при необходимости) инициирующих сигналов на управление техническими

средствами противопожарной защиты, технологическим, электротехническим и другим оборудованием [18];

Система противопожарной защиты – комплекс организационных мероприятий и технических средств, направленных на защиту людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара и (или) ограничение последствий воздействия опасных факторов пожара на объект защиты (продукцию) [23];

Степень огнестойкости зданий, сооружений и пожарных отсеков – классификационная характеристика зданий, сооружений и пожарных отсеков, определяемая пределами огнестойкости конструкций, применяемых для строительства указанных зданий, сооружений и отсеков [23];

Требования пожарной безопасности – специальные условия социального и (или) технического характера, установленные в целях обеспечения пожарной безопасности федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации, а также нормативными документами по пожарной безопасности [23];

Эвакуационный выход – выход, ведущий на путь эвакуации, непосредственно наружу или в безопасную зону [23];

Эвакуационный путь (путь эвакуации) – путь движения и (или) перемещения людей, ведущий непосредственно наружу или в безопасную зону, удовлетворяющий требованиям безопасной эвакуации людей при пожаре [23];

Эвакуация – процесс организованного самостоятельного движения людей непосредственно наружу или в безопасную зону из помещений, в которых имеется возможность воздействия на людей опасных факторов пожара [23].

Перечень сокращений и обозначений

АПС – автоматическая пожарная сигнализация;

АУПС – автоматическая установка пожарной сигнализации;

ДОУ – дошкольное образовательное учреждение;

ИП – извещатель пожарный;

ИПР – извещатель пожарный ручной;

ЛК – лестничная клетка;

МБДОУ – муниципальное бюджетное дошкольное образовательное учреждение;

ОФП – опасные факторы пожара;

п. – пункт;

ПГ – пожарный гидрант;

ПК – пожарный кран;

ПЦН – пульт централизованного наблюдения;

СОУЭ – система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре;

СПА – система пожарной автоматики

СПС – система пожарной сигнализации;

ст. – статья.

1 Исследование процесса эвакуации

Основным руководящим нормативным документом по пожарной безопасности является Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [23]. Он принят в целях защиты жизни, здоровья, имущества граждан и юридических лиц, государственного и муниципального имущества от пожаров. Технический регламент [23] определяет основные положения технического регулирования в области пожарной безопасности и устанавливает общие требования пожарной безопасности к объектам защиты (продукции), в том числе к зданиям, сооружениям, промышленным объектам, пожарно-технической продукции и продукции общего назначения. Следует отметить, что, как и любой другой федеральный закон, этот документ для практического применения не очень удобен, а если рассматривать своды правил по пожарной безопасности, которые разработаны на его основании, то с точки зрения реализации вопросов обеспечения пожарной безопасности, они являются основой нормативной документацией.

В своей работе мы будем опираться на такие нормативно правовые акты как:

- Федеральный закон от 21 декабря 1994 года №69-ФЗ «О пожарной безопасности» [9];
- Федеральный закон от 22 июля 2008 года №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [23];
- Правила противопожарного режима в Российской Федерации, утвержденные постановлением Правительства Российской Федерации от 16 сентября 2020 г. № 1479 [11];
- Свод правил «Системы противопожарной защиты», разработанные в развитие Технического регламента о требованиях пожарной безопасности [23].

Так в своде правил СП-1.13130.2009 [13] определено, что «требования настоящего СП направлены на:

- обеспечение возможности своевременной и беспрепятственной эвакуации людей;
- обеспечение возможности спасения людей, которые могут подвергнуться воздействию опасных факторов пожара;
- защиту людей на путях эвакуации от воздействия опасных факторов пожара.»

В своде правил СП 3.13130.2009 [16] обозначены требования в области пожарной безопасности к системам оповещения и управления эвакуацией людей при пожарах в зданиях, сооружениях.

Свод правил СП 484.1311500.2020 [18] определяет критерии к установкам пожарной сигнализации и автоматическим системам пожаротушения. В нем регламентируются нормы и правила проектирования.

Анализ теоретических основ процесса эвакуации описан в учебном пособии «Эвакуация и поведение людей при пожарах» Холщевниковым В. В., Самошиным Д. А. [25]. Здесь авторами рассматриваются особенности поведения людей на разных этапах эвакуации и в различных обстоятельствах на пожаре. При этом, если до начала эвакуации и при максимально быстром получении сообщения о загорании, в действиях людей наблюдается рациональность их поведения, то те же люди могут среагировать совершенно по-другому, находясь в условиях непосредственной угрозы жизни и здоровью.

Как следует из определения: эвакуацией является процесс организованного самостоятельного движения людей непосредственно наружу или в безопасную зону из помещений, в которых есть возможность воздействия на людей опасных факторов пожара (далее – ОФП).

К опасным факторам пожара, воздействующим на людей и имущество, относятся:

- пламя и искры;

- тепловой поток;
- повышенная температура окружающей среды;
- повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения;
- пониженная концентрация кислорода;
- снижение видимости в дыму.

К сопутствующим проявлениям опасных факторов пожара относятся:

- осколки, части разрушившихся зданий, сооружений, транспортных средств, технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;
- радиоактивные и токсичные вещества и материалы, попавшие в окружающую среду из разрушенных технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;
- вынос высокого напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;
- опасные факторы взрыва, происшедшего вследствие пожара;
- воздействие огнетушащих веществ. [23]

Кроме того, на людей в процессе эвакуации могут оказывать влияние и другие, так называемые, «внутренние» факторы.

Один из первых советских исследователей людских потоков А.И. Милинский, в своей работе [8] отмечает, что «во время показа фильма, на котором присутствовал автор статьи в ленинградском кинотеатре «Молния», кто-то негромко вскрикнул. Этого явилось толчком к резкой смене состояния людей и десятки человек моментально ринулись к выходам. Люди пытались прорваться к дверям, несмотря на препятствия в виде стульев, образуя в проходах и перед выходами «пробки». Трагедии удалось избежать благодаря тому, что кто-то из работников кинотеатра включил в зале свет. Вскоре все увидели, что никаких причин для паники нет. Заторы у выходов и гора из поваленных людей исчезли. Результатом происшествия стали

несколько незначительных травма, обмороков и сломанная мебель. Ещё один типичный случай непреднамеренно спровоцированной паники произошел в 1878 г. в театре «Колизеум» города Ливерпуля. Кто-то из зрителей, под впечатлением от происходящего на сцене, побежал через весь зал к выходу. За ним тут же последовали и другие зрители. В результате погибло 37 человек и много людей было ранено [28]. Факт паники, спровоцированной специально был отмечен в 1915 г. в столичном Большом театре, когда в одной из лож прозвучал крик «Пожар!». Впоследствии оказалось, что это крикнул некий разыскиваемый полицией преступник, когда тот заметил, что служители закона его обнаружили. Создав хаос и переполох в театре, злоумышленник рассчитывал скрыться от полицейского преследования.»

Сейчас уже «имеются доказательства тому, что подобное поведение является скорее исключением, а не правилом» [30]. Однако некоторые исследователи продолжают отмечать, что «журналисты, освещающие события, способны называть паникой не только какие-то исключительные случаи, а каждый прецедент необычного поведения людей на пожаре. При этом, они рассматривают в качестве панического поведения при эвакуации и другие примеры неадекватной реакции на события: выпадение людей из окон и с карнизов горящего здания, в тот момент, когда спасатели уже поднимали передвижные пожарные лестницы; возвращение некоторых из эвакуировавшихся людей обратно в горящее здание; массовое бегство людей и столпотворение на путях эвакуации» [8].

Следует понимать, что бегство из горящего здания рассматривается как естественное поведение по отношению к быстрому распространению опасных факторов пожара. Гораздо хуже, если люди не спешат выходить из здания: минуты потерянные в начале эвакуации обеспечивают дефицит времени в ее конце.

Абсолютно другие причины лежат в основе ещё одной категории случаев. Возникновение «давки» при эвакуации, также относят к признакам паники. Однако, на самом деле это свидетельствует о низкой пропускной

способности путей движения и эвакуационных выходов. К сожалению, при строительстве и эксплуатации из зданий эту ошибку можно встретить повсеместно. Так, например, статистические исследования в Японии показали [29], что недостаточная пропускная способность эвакуационных путей и выходов при пожарах явилась причиной 69 % несчастных случаев с людьми за период с 1945 по 1975 гг.

Таким образом, «наблюдаемые заторы движения людей в дверных проемах являются следствием не паники среди эвакуирующихся, а результатом ошибок при проектировании путей эвакуации, которые не могут обеспечить беспрепятственное движение людских потоков. Данные ситуации могут спровоцировать три главных условия возникновения панических явлений: ощущение возможной западни, чувство собственного бессилия изменить ситуацию и чувство изоляции или зависимости от возможных ошибочных действий кого-либо в чрезвычайной ситуации.» Как отмечал Кармарк Б.И.: «Жизнь требует спасения любыми из существующих способов, и в человеке, на уровне инстинктов, пробуждаются формы ее индивидуальной защиты. Не считаясь с окружающими обстоятельствами все приобретенные человечеством за последние столетия нормы поведения стираются – социальные связи деградируют, проявляется антиобщественное поведение. Спасение за счет других кажется естественным. Состояние человека становится таким, что мышление и чувственное восприятие нарушаются вначале частично, затем теряются все другие мысли и чувственные реакции. Личность временно дезорганизуется. Нарушаются высшие психические функции, приводящие к прерыванию внутриличностного и межличностного функционирования. Срабатывает сильная моторная реакция, вся энергия направлена на то, чтобы покинуть данное место» [26]. Таким образом, рассматриваемые действия, совершаемые людьми после сигнала о пожаре, и сам процесс формирования оповещения на эвакуацию говорят о том, что проходит достаточно продолжительный интервал времени от момента возникновения пожара в

здании до начала эвакуации людей. Его величина зависит от психофизических свойств состояния человека в определённый момент времени, от того, чем он занимается, где находится и от того, видит ли сам начало пожара или узнает о нем по косвенным признакам или по системе оповещения, которая в свою очередь обладает определенной инерционностью. Именно в этот интервал времени формирует эмоциональное состояние человека, с которыми он начинает эвакуироваться и вливается в общий поток.

Дети, особенно младшего дошкольного возраста, не в состоянии оценить степень опасности огня. Небольшой очаг горения вполне может вызвать их интерес. Малыши часто воспринимают это как игру и могут вовсе не сообщить взрослым о возникшем, возгорании. Кроме того, когда пожар возник из-за их шалости и испугавшись возможного наказания, они могут намеренно скрыть начало загорания. Но если огонь переходит в стадию пожара, дети зачастую впадают в панику и пытаются спрятаться под кроватями, в шкафах, в других «безопасных» (по мнению испуганного ребенка) местах [10].

Перед персоналом дошкольного образовательного учреждения (далее ДООУ) при возникновении пожара в здании появляется особая задача – не допустить паники среди воспитанников, не позволить кому-то «потеряться», вывести всех в безопасную зону, сохранив контроль над изменяющейся обстановкой. Что в первую очередь нужно для безопасности детей? Безусловно спокойный и уверенный вид взрослых, поскольку ребенок должен ему доверять. Во-вторых, сохранение личного хладнокровия на протяжении всего процесса эвакуации позволит воспитателю принимать правильные решения и избежать ошибочных действий.

Для того чтобы каждый работник детского сада не терял самообладание в случае чрезвычайного происшествия и точно знал, в каком случае какие действия ему необходимо предпринять, в каждом ДООУ разрабатываются инструкции по эвакуации людей. Их наличие в любом

детском саду обязательно. Инструкция по эвакуации должна быть в безусловном порядке изучена всеми работниками учреждения. Воспитатели обязаны знать, в каком направлении двигаться в случае пожара. Первоочередная задача всех без исключения сотрудников ДООУ – спасти жизни воспитанников. Заниматься тушением пожара они должны в исключительных случаях, только в той мере, в какой это необходимо для обеспечения безопасной эвакуации малышей – например, применив огнетушитель для тушения огня, распространяющегося на пути отступления. Максимально конкретная инструкция, в которой прописаны действия всех сотрудников, начиная от заведующего, продолжая воспитателями и заканчивая техническим персоналом – залог успешной эвакуации и минимальных материальных потерь [4].

Как отмечалось выше, большое значение имеет интервал времени от момента возникновения пожара до момента начала эвакуации людей. Одной из основных составляющих успешной эвакуации при пожаре является раннее его обнаружение и своевременное оповещение людей [28]. В статье 54 Технического регламента о требованиях пожарной безопасности [23] указано, что системы обнаружения пожара при пожаре должны обеспечивать автоматическое обнаружение пожара за время, необходимое для включения систем оповещения о пожаре в целях организации безопасной (с учетом допустимого пожарного риска) эвакуации людей в условиях конкретного объекта. Нормативными документами, регламентирующими требования к указанным системам, являются своды правил [16], [18].

В работе Холщевникова и Самошина [25] было отмечено, что: «системы АПС принимают извещения о пожаре от большого количества как автоматических, так и ручных пожарных извещателей. Система пожарной сигнализации (далее СПС) должна своевременно обрабатывать и регистрировать поступающие сигналы, формировать сигналы управления системами пожарной автоматики (далее СПА) и принимать решения о подаче сообщения «Пожар». Ручные пожарные извещатели, входят в

систему АПС и приводятся в действие человеком, а автоматические реагируют на отклонение нескольких параметров пожара внутри помещения. Следует помнить, что сообщение о пожаре не поступает в систему АПС мгновенно после начала пожара или чрезвычайного происшествия» [25].

Определённо, если система АПС будет быстрее реагировать на обнаружение пожара, то запуск система СОУЭ будет производиться более оперативно. Очевидно, что у любой, даже самой современной, системы АПС всегда есть некая инерционность. Логично, что с сокращением времени обнаружения пожара системой АПС будет уменьшаться и время начала эвакуации, что в свою очередь будет увеличивать возможность эвакуации и спасения людей из здания до наступления критических значений опасных факторов пожара [25].

Для решения задач по оповещению людей и управлению эвакуацией предназначена система СОУЭ. Требования пожарной безопасности к данным системам отражены в Техническом регламенте [23] и своде правил [16]. Предусматриваются системы СОУЭ пяти типов (указаны в таблице 1). Каждый из них должен обладать совокупностью обязательных функциональных характеристик.

Таблица 1 – Классификация СОУЭ

Характеристика СОУЭ	Наличие указанных характеристик у различных типов СОУЭ				
	1	2	3	4	5
1. Способы оповещения:					
звуковой (сирена, тонированный сигнал и др.);	+	+	*	*	*
речевой (передача специальных текстов);	-	-	+	+	+
световой:					
а) световые мигающие оповещатели;	*	*	*	*	*
б) световые оповещатели "Выход";	*	+	+	+	+
в) эвакуационные знаки пожарной безопасности, указывающие направление движения;	-	*	*	+	*
г) световые оповещатели, указывающие направление движения людей, с изменяющимся смысловым значением	-	-	-	*	+

Продолжение таблицы 1

2. Разделение здания на зоны пожарного оповещения	-	-	*	+	+
3. Обратная связь зон пожарного оповещения с помещением пожарного поста-диспетчерской	-	-	*	+	+
4. Возможность реализации нескольких вариантов эвакуации из каждой зоны пожарного оповещения	-	-	-	*	+
5. Координированное управление из одного пожарного поста-диспетчерской всеми системами здания, связанными с обеспечением безопасности людей при пожаре	-	-	-	-	+
Примечания: «+» – необходимо; «*» – возможно; «-» – не требуется.					

Для ДОУ с количеством детей до 100 человек СОУЭ может быть 1-го типа, для здания с числом мест, 2-го типа – от 100 до 150 человек и 3-го типа – от 151 до 350 человек. Следует отметить, при использовании СОУЭ 3-го типа и выше оповещаются только работники учреждений при помощи специального текста оповещения. Указанный текст не должен содержать слов, способных вызвать панику [16]. На практике в решении этого вопроса существует проблема: с одной стороны, сигнал однозначно должен восприниматься персоналом учреждения как пожарная тревога, с другой «не должен содержать слов, способных вызвать панику». При этом нет чёткого критерия какие слова могут вызвать панику у детей.

Существует и звуковой способ оповещения людей о пожаре. Вид сигнала аварийной эвакуации должен соответствовать международному стандарту [27]. Многие страны используют его в качестве национального. «Основной задачей указанного подхода – является применение единого сигнала эвакуации на всей территории государства и который бы узнавался каждым человеком именно как сигнал о необходимости покинуть здание. К сожалению, вплоть до настоящего времени, в Российских нормах пожарной безопасности отсутствуют ссылки на этот сигнал, кроме того отсутствуют какие-либо требования к виду звукового сигнала эвакуации» [25].

Для эвакуации люди используют систему путей, обеспечивающую связь между помещениями здания ту же, что и в повседневных условиях его

эксплуатации. Эта система состоит из проходов между мебелью и оборудованием в помещениях; коридоров, лестниц, вестибюлей и выходов. Но не любой из имеющихся выходов может являться эвакуационным. Согласно ст. 89 Технического регламента [23], к эвакуационным выходам из зданий и сооружений относятся выходы, которые ведут:

а) из помещений первого этажа наружу:

- 1) непосредственно;
- 2) через коридор;
- 3) через вестибюль (фойе);
- 4) через лестничную клетку;
- 5) через коридор и вестибюль (фойе);
- 6) через коридор, рекреационную площадку и лестничную клетку;

б) из помещений любого этажа, кроме первого:

- 1) непосредственно на лестничную клетку или на лестницу 3-го типа;
- 2) в коридор, ведущий непосредственно на лестничную клетку или на лестницу 3-го типа;
- 3) в холл (фойе), имеющий выход непосредственно на лестничную клетку или на лестницу 3-го типа;
- 4) на эксплуатируемую кровлю или на специально оборудованный участок кровли, ведущий на лестницу 3-го типа;

в) в соседнее помещение (кроме помещения класса Ф5 категорий А и Б), расположенное на том же этаже и обеспеченное выходами, указанными в пунктах а) и б). Выход из технических помещений без постоянных рабочих мест в помещения категорий А и Б считается эвакуационным, если в технических помещениях размещается оборудование по обслуживанию этих пожароопасных помещений [23].

Эвакуационными выходами считаются также:

- выходы из подвалов через общие лестничные клетки в тамбур с обособленным выходом наружу, отделенным от остальной части лестничной клетки глухой противопожарной перегородкой 1-го типа;
- выходы из подвальных этажей с помещениями категорий В4, Г и Д в помещения категорий В4, Г и Д и вестибюль, расположенные на первом этаже зданий класса Ф5;
- выходы из фойе, гардеробных, курительных и санитарных помещений, размещенных в подвальных или цокольных этажах зданий классов Ф2, Ф3 и Ф4, в вестибюль первого этажа по отдельным лестницам 2-го типа [23].

В проемах эвакуационных выходов запрещается устанавливать раздвижные и подъемно-опускные двери, вращающиеся двери, турникеты и другие предметы, препятствующие свободному проходу людей. Кроме того, регламентируется направление открывания дверей [13].

Для путей эвакуации также существует ряд ограничений, в том числе по длине, высоте, ширине, освещению, применению отделочных (облицовочных) материалов, размещению оборудования, выступающего из плоскости стен [13].

Вывод по первому разделу.

При рассмотрении процесса эвакуации необходимо учитывать конструктивные особенности здания. Соответствие путей и выходов предъявляемым к ним требованиям. Наличие и работоспособность систем противопожарной защиты.

Кроме того, следует проанализировать инструкции по пожарной безопасности, регламентирующие действия персонала при обнаружении пожара или поступлении сигнала на эвакуацию. Обязательно нужно предусмотреть мероприятия, направленные на предотвращение паники.

2 Анализ пожарной безопасности объекта

2.1 Характеристика объекта

Основой успеха эвакуации при пожаре является раннее обнаружение и своевременное оповещение людей, наличие путей и выходов, соответствующих требованиям безопасности, а также грамотные действия персонала.

Системы противопожарной защиты здания должны своевременно и качественно выполнять свои функции.

Кроме того, необходимо чётко регламентировать действия сотрудников детского сада в случае пожара и точно описать в инструкции порядок эвакуации людей.

В данном разделе проводится анализ систем пожарной автоматики, состояние путей эвакуации и выходов, наличие необходимой документации по пожарной безопасности на объекте защиты.

Объектом защиты является здание МБДОУ «Детский сад Развитие» по адресу: Воронежская область, Новоусманский район, с. Новая Усмань, ул. Минина, д. 36 (рисунок 1). В здании в дневное время может находиться до 300 детей и не менее 41 человека персонала и педагогических работников.

Степень огнестойкости здания – II.

Класс конструктивной пожарной опасности здания – С0.

Класс функциональной пожарной опасности здания – Ф1.1.

Здание 2-х этажное с подвалом, П-образной формы размерами в осях 70,49х64,82 м.

Строительный объем здания составляет: 19136,92 м³ выше отметки 0,000 и 6723,36 м³ ниже отметки 0,000.



Рисунок 1 – Детский сад «Развитие»

На первом этаже размещаются:

- 1 групповая ячейка для детей ясельного возраста от 1 года до 3 лет наполняемостью до 20 человек;
- 1 разновозрастная группа комбинированной направленности с возможностью доступа детей-инвалидов с нарушением опорно-двигательного аппарата наполняемостью: 20 человек при отсутствии детей-инвалидов и 10 человек – при их наличии. Данная групповая ячейка оборудована пандусом и прогулочной террасой;
- 3 младших группы для детей от 3 до 4 лет;
- 1 средняя группа для детей от 4 до 5 лет.
- На втором этаже размещаются:
- 2 средние группы для детей от 4 до 5 лет;
- 3 старшие группы для детей от 5 до 6 лет;
- 2 подготовительные группы для детей от 6 до 7 (8) лет.

Групповые ячейки рассчитаны на 24 и 23 ребёнка. Входы групповые ячейки расположены как с главного, так и с боковых фасадов.

Набор помещений групповых ячеек типовой: раздевальная, групповая (игровая), спальная, туалетная, буфетная.

Высота помещений детского сада – 3 м, высота музыкального и физкультурного залов – 3,6 м.

Помещения постирочной состоят из стиральной, гладильной, кладовой чистого белья.

Медицинский блок состоит из медицинского кабинета, процедурного кабинета, туалетной с местом разведения растворов.

Пищеблок состоит из помещений персонала (гардеробная с санитарной комнатой); кладовой сухих продуктов и овощей с первичной обработкой; помещения холодильного оборудования; производственных цехов – овощного, мясорыбного, холодного, горячего. Так же в состав помещений пищеблока входят: загрузочная, имеющая отдельный выход наружу; моечная кухонной посуды; склад возвратной тары.

К группе административных помещений относятся: кабинет заведующей с приёмной, кабинет методиста, бухгалтерия.

В здании детского сада запроектированы также помещения завхоза, хозяйственная кладовая, помещение хранения санок, помещение личных вещей детей-инвалидов, пост охраны.

В подвале запроектированы: 2 электрощитовых, венткамера, узел управления, помещение хранения ламп и ремонта светильников. Остальные помещения подвала используются для размещения коммуникаций.

В здании детского сада имеются 6 эвакуационных лестничных клеток типа Л1 и две наружные лестницы 3-го типа. Каждая групповая ячейка оборудована двумя эвакуационными выходами.

Помещения объекта защиты оборудованы автоматической пожарной сигнализацией (далее – АПС), системой оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре 3-го типа (далее – СОУЭ), первичными

средствами пожаротушения, системой противодымной вентиляции, внутренним противопожарным водопроводом.

2.2 Анализ систем пожарной автоматики, используемой на объекте

Здание детского сада оборудовано автоматической пожарной сигнализацией, системой оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре 3-го типа, противодымной вентиляцией, внутренним противопожарным водопроводом, обеспечено первичными средствами пожаротушения.

Автоматической установкой пожарной сигнализации оборудованы (согласно СП 486.1311500.2020 [20]) все помещения здания детского сада, кроме помещений:

- с мокрыми процессами (душевые, санузлы, помещения мойки и т.п.);
- венткамер;
- категории В 4 и Д;
- лестничных клеток.

В качестве приемно-контрольной аппаратуры для системы противопожарной защиты принята неадресная система на базе приборов производства ЗАО НПО «Болид».

Во главе системы предусмотрен пульт контроля и управления охранно-пожарный «С2000М», который установлен в помещении охраны здания детского сада (помещение с круглосуточным пребыванием дежурного персонала).

Для отображения информации о состоянии автоматической установки пожарной сигнализации и системы оповещения людей о пожаре в дополнении к пулту выполнены блоки индикации «С2000-БИ», отображающие состояние системы с помощью цветных светодиодов и звуковых сигналов.

Для выдачи сигналов управления на отключение вентиляционных систем предусмотрен прибор «С2000-СП1 исп.01». Для управления клапанами дымоудаления используются приборы «С2000-СП1 исп.01» и «Сигнал-20П SMD», а для управления вентиляторами дымоудаления и подпора воздуха – прибор «С2000-4».

Согласно [20], п.4.3, при применении АУПС помещения следует оборудовать дымовыми пожарными извещателями. Для обнаружения пожара в каждом защищаемом помещении, в том числе помещениях с установками противодымной защиты, предусматривается установка дымовых пожарных извещателей «ИП 212-45», имеющих сертификат соответствия по ГОСТ Р 53325-2012 [6]. Размещение дымовых пожарных извещателей выполнено с учетом воздушных потоков в защищаемом помещении, вызываемых приточной или вытяжной вентиляцией, при этом расстояние от извещателя до вентиляционного отверстия не менее 1 м. Для передачи сигнала о пожаре при его визуальном обнаружении предусматривается установка ручных пожарных извещателей «ИПР 513-10». Они установлены у выходов из здания, вдоль эвакуационных путей на стенах на высоте $1.5 \pm 0,1$ м от уровня пола до органа управления (рычага, кнопки) на расстоянии не более 50 м друг от друга внутри здания и не менее 0,75 м от других органов управления.

Формирование сигналов на автоматическое управление установками противодымной вентиляции, оповещения, или инженерным оборудованием происходит при срабатывании двух и более пожарных извещателей, включенных по логической схеме «И». Для формирования команды управления в защищаемом помещении используется не менее трех точечных пожарных извещателей, включенных в один шлейф двухпороговых приборов. Приемно-контрольное оборудование и режимы его работы, исключают воздействие на извещатели или шлейфы кратковременные факторы, не связанные с пожаром.

Дошкольные образовательные учреждения с числом мест от 151 и с числом этажей до 3 должны быть оборудованы системой оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре 3 типа [16].

СОУЭ третьего типа с автоматическим управлением предусматривает при возникновении пожара в здании детского сада подачу речевого сообщения о необходимости эвакуации из указанного здания и включение световых оповещателей «Выход» на путях эвакуации людей и звуковых оповещателей в подвале здания.

Количество речевых оповещателей, их расстановка и мощность обеспечивают необходимый уровень звука во всех местах постоянного и временного нахождения работников.

В связи со спецификой объекта, для оповещения программируется две зоны речевого оповещения. В первую очередь оповещается персонал учреждения при поступлении сигнала «Тревога», при поступлении сигнала «Пожар» оповещение включается во всем здании детского сада.

С учетом требований [16], для оповещения людей, находящихся в помещениях здания, о пожаре установлена система речевого оповещения «Рокот-2» и настенные речевые оповещатели АС-3-2.

Система оповещения отключается автоматически с возможностью отключения вручную и ее время работы предусмотрено продолжительностью 3 минуты. СОУЭ может функционировать более длительное время и ограничена только максимально возможным временем непрерывной работы оповещателей и пределом огнестойкости кабелей (не менее 90 минут).

В качестве звуковых оповещателей приняты «ПКИ-2 Иволга». В качестве световых оповещателей для СОУЭ третьего типов использованы оповещатели Молния-24 «Выход». Для речевого оповещения применены акустические системы АС-3-2.

Оповещатели расположены в местах, достаточных для донесения сигнала оповещения до присутствующего персонала. Исходя из значения

уровня шума по санитарным нормам в расчете количества речевых оповещателей фактическое значения уровня шума примем 55 дБ.

Система пожарной сигнализации, построенная на базе оборудования интегрированной системы «Орион», объединяется в единую систему безопасности.

При обнаружении пожара АПС по управляющему сигналу оборудования пожарной сигнализации осуществляется следующее:

- включение звуковых оповещателей (от пожарных шлейфов подвала);
- включение системы речевого оповещения и управления эвакуацией людей (от сработки пожарных шлейфов);
- отключение вентсистемы общеобменной вентиляции путем подачи сигнала в шкафы управления вентиляторами;
- включение системы дымоудаления и подпора воздуха;
- подача сигнала на управление подъёмником (подъёмник переходит в режим «пожарная опасность»);
- включение аварийного освещения;
- подача сигнала на ПЦН в пожарную часть по выделенному радиоканалу.

Согласно части 7 ст. 83 Федерального закона от 22 июля 2008 года №123-ФЗ [23], сообщение о возникновении пожара в здании через систему «Стрелец-Мониторинг» передается в ближайшее подразделение пожарной охраны по выделенному радиоканалу в автоматическом режиме без участия персонала объектов и любых организаций, транслирующих эти сигналы.

Кабельные линии систем противопожарной защиты сохраняют работоспособность в условиях пожара в течение времени, необходимого для функционирования конкретных систем защищаемого объекта. По степени обеспечения надёжности электроснабжения электроприёмники систем противопожарной защиты относятся к первой категории надёжности электроснабжения. Питание осуществляется от силового щита, имеющего отличительную окраску (окрашен в красный цвет). Питание щита выполнено

от разных источников электроснабжения – от трансформаторной подстанции и дизель-генераторной установки. Переключение с основного питания на резервное осуществляется автоматически.

В качестве резервного источника питания используется источник питания Скат-2400И7 с аккумулятором 24Ач, обеспечивающий питание системы пожарной автоматики в дежурном режиме в течение суток плюс 3 ч работы системы в тревожном режиме.

Удаление продуктов горения при пожаре предусматривается из спален, групповых и коридоров вытяжной противодымной вентиляцией с механическим побуждением крышными противодымными вентиляторами, установленными на кровле здания детского сада.

Нормально закрытые противопожарные дымовые клапаны с реверсивным электроприводом 220В (время открывания 30 сек.) установлены в шахтах под потолком помещений. Противопожарные клапаны приняты с автоматическим, дистанционным и ручным управлением.

Для систем вытяжной противодымной вентиляции применяются:

- вентиляторы крышные с факельным выбросом воздуха с пределом огнестойкости 2 часа;
- воздухопроводы и шахты из негорючих материалов с пределом огнестойкости EI 30 и EI45;
- нормально закрытые противопожарные клапаны с пределом огнестойкости EI 30 и EI 45;
- выброс продуктов горения над покрытием зданий на высоте 2 м от уровня кровли и на расстояние более 5 м от воздухозаборных устройств
- систем приточной противодымной вентиляции;
- установка обратных клапанов у вентиляторов.

Для компенсации объемов удаляемых продуктов горения подача наружного воздуха при пожаре осуществляется в спальни, групповые естественными системами и переточными решетками.

Подача наружного воздуха при пожаре для коридоров 1-го и 2-го этажа осуществляется естественными системами.

Воздуховоды приточно-вытяжных систем противодымной вентиляции покрыты теплоогнезащитным материалом с пределом огнестойкости EI 60.

При совместном действии систем приточной и вытяжной противодымной вентиляции соблюдается дисбаланс защищаемых помещений не более 30% [19]. Величина избыточного давления на закрытых дверях эвакуационных выходов при совместном действии приточно-вытяжной противодымной вентиляции в расчетных режимах не превышает 150 Па.

Предусмотрены отдельные воздухоприемные устройства для систем общеобменной и приточной противодымной вентиляции.

Все вентиляционные системы заблокированы с системой АУПС и при пожаре отключаются, кроме систем противодымной вентиляции (при нормальных условиях они не работают).

В целях предотвращения проникновения в помещения продуктов горения (дыма) во время пожара, устанавливаются противопожарные нормально закрытые клапаны с пределом огнестойкости EI 30 и EI 45. Все противопожарные нормально закрытые клапаны с электроприводами. Противопожарные клапаны принимаются с автоматическим, дистанционным и ручным управлением.

Управление исполнительными механизмами оборудования противодымной вентиляции осуществляется в автоматическом (от шлейфов АПС), дистанционном (от кнопок, расположенных на посту охраны) и ручном режимах (кнопка непосредственно у прибора). Управление клапанами дымоудаления осуществляется от блоков сигнально-пусковых «С2000-СП1». Сигнализация о положении заслонок поступает на прибор приёмно-контрольный «Сигнал-20П SMD».

Наружное пожаротушение осуществляется от двух пожарных гидрантов (далее ПГ). Расход воды на наружное пожаротушение здания 25

л/с. У мест расположения ПГ установлены указатели с покрытием флуоресцентными красками.

Внутреннее пожаротушение здания осуществляется с использованием 16 пожарных кранов (далее ПК) диаметром 50 мм. Расход воды составляет 2,6 л/сек. Все ПК размещены в шкафах, встроенных в строительные конструкции и укомплектованы рукавами и стволами. Диаметр spryska 16 мм, длина рукава 20 м.

2.3 Анализ путей эвакуации и эвакуационных выходов

В здании детского сада имеются 9 эвакуационных выходов с первого этажа, 6 эвакуационных лестничных клеток типа Л1 и две наружные лестницы 3-го типа для эвакуации со второго этажа. Каждая групповая ячейка оборудована двумя эвакуационными выходами. Ширина эвакуационных выходов из помещений для пребывания детей составляет 1,2 метра, остальных не менее 0,8 м. Геометрические параметры дверей приведены в приложении А. Высота дверных проёмов в свету не менее 1,9 м. Двери эвакуационных выходов открываются по направлению движения из помещений. На них отсутствуют замки, препятствующие свободному открыванию изнутри без ключа. Все двери оборудованы приспособлениями для самозакрывания (доводчиками). Покрытие пола, отделка стен и потолка на путях эвакуации выполнена с применением декоративно-отделочные материалов с пожарной опасностью не выше чем определена в ст. 134 Федерального закона № 123-ФЗ [23]. В соответствии с требованиями СП 1.13130.2020 [13], «на путях эвакуации имеется аварийное освещение. Высота горизонтальных участков путей эвакуации в свету составляет не менее 2 м, ширина с учетом открывания дверей – не менее 1,2 метра. Ширина маршей эвакуационных лестниц – не менее 1,3 метра. Поручни и ограждения выполнены высотой не менее 1,2 метра, с просветом между вертикальными элементами не более 0,1 м».

2.4 Анализ документации по пожарной безопасности

В целях обеспечения пожарной безопасности в детском саду изданы организационно-распорядительные документы, а именно приказы:

- о назначении ответственных лиц за пожарную безопасность. Здесь определены ответственные за организацию и проведение работы по обеспечению пожарной безопасности; за исправное состояние, своевременное приобретение, ремонт, перезарядку и эксплуатацию первичных средств пожаротушения; за содержание, эксплуатацию, исправность и работоспособность систем, установок и средств противопожарной защиты. Обозначены обязанности полномочия ответственных лиц.
- об определении противопожарного режима на территории и в помещениях. В приказе закреплены основные требования по соблюдению противопожарного режима в здании и на территории детского сада, утверждены инструкции по пожарной безопасности.
- о порядке и сроках проведения противопожарного инструктажа и пожарно-технического минимума с работниками. В документе определены виды и сроки инструктажа и обучения, регламентирован порядок их проведения, утверждён состав комиссии по проверке знаний требований пожарной безопасности.
- о порядке обесточивания электрооборудования в случае пожара и по окончании рабочего дня. Здесь определены ответственные лица и их обязанности.
- о порядке уборки горючих отходов на территории и в помещениях. В приказе закреплены основные требования безопасности при обращении с горючими отходами.

Руководитель учреждения, заместитель заведующего и делопроизводитель прошли курсовое обучение и сдали экзамен по пожарной

безопасности в организации, имеющей лицензию на данный вид деятельности. У перечисленных лиц имеются удостоверения. В детском саду разработана программа пожарно-технического минимума для воспитателей, по которой проведена подготовка всего педагогического персонала.

2.5 Анализ пожарной опасности объекта защиты

Анализ пожарной опасности объекта защиты проводится на основании объемно-планировочных и конструктивных решений, пожарной нагрузки в помещениях, количества людей, системы противопожарной защиты.

Пожарная опасность объекта защиты характеризуется:

- наличием детей дошкольного возраста и детей с ограниченными возможностями;
- наличием отступлений от требований нормативных документов по пожарной безопасности;
- возможностью образования источников зажигания – тепловых проявлений аварийных режимов работы электрооборудования, теплового воздействия электронагревательных приборов и светильников;
- наличием горючей среды в помещениях объекта защиты;
- наличием путей распространения пожара по объему помещений через дверные проемы и неплотности.

Анализ системы противопожарной защиты здания детского сада был проведён ранее (раздел 2).

Для выявления отступлений от действующих нормативных документов по пожарной безопасности, по согласованию с администрацией детского сада, проведено обследование рассматриваемого объекта защиты. В ходе обследования выявлен ряд отступлений от требований действующих норм. Определено положения каких нормативных документов нарушены. Результаты обследования сведены в таблицу 2.

Таблица 2- Результаты обследования

Вид нарушения обязательных требований пожарной безопасности с указанием конкретного места выявленного нарушения	Пункт и наименование нормативного правового акта Российской Федерации и (или) нормативного документа по пожарной безопасности, требования которого нарушены
Лестница 3-го типа (в осях 2-6/Р) расположена на расстоянии менее 1 метра от плоскости оконного проема	п. 4.4.7 СП 1.13130.2020 [13]
Ширина всех лестничных маршей в детском саду, с учетом установленных перилл, менее 1,35 метра (ширина по факту от 1,1-1,15 метра)	п. 4.4.1 СП 1.13130.2020 [13]
Перед наружной дверью (эвакуационным выходом в осях 14-16/Ф) имеется горизонтальная входная площадка с глубиной менее 1,5 ширины полотна наружной двери	п. 4.2.21 СП 1.13130.2020 [13]
На остекленных дверях в детском саду отсутствуют защитные решетки до высоты не менее 1,2 метра	п. 7.1.8 СП 1.13130.2020 [13]
В коридорах левого крыла здания на путях эвакуации на первом и втором этаже, устроены выступающие пожарные шкафы	п. 4.3.7 СП 1.13130.2020 [13]
Ширина эвакуационного выхода в свету из помещения «Раздевальная» группы № 2 наружу менее 1,2 метра (по факту 0,84 метра)	п. 5.1.4 СП 1.13130.2020 [13]
Дымоприемное устройство для удаления продуктов горения из помещения «Спальня» в группе № 2 установлено ниже дверных проёмов (высота установки дымоприемного устройства 1,93 метра, а высота дверных проёмов 2,0 метра).	п. 7.8 СП 7.13130.2013 [21]
Ширина эвакуационных выходов в свету ведущих из «Туалетной», из спальни в «Буфетную» менее 0,8 метра (по факту 0,73 и 0,73 соответственно) в группе № 2	п. 4.2.19 СП 1.13130.2020 [13]
Коридор длиной более 60 метров не разделен противопожарными преградами (1 этаж).	п. 4.3.7 СП 1.13130.2020 [13]
Коридор длиной более 60 метров не разделен противопожарными преградами (2 этаж).	п. 4.3.7 СП 1.13130.2020 [13]
Ширина эвакуационных выходов в свету ведущих из «Туалетной», из спальни в «Буфетную» менее 0,8 метра (по факту 0,71 и 0,74 соответственно) в группе № 3	п. 4.2.19 СП 1.13130.2020 [13]
Ширина эвакуационных выходов в свету ведущих из «Буфетной» менее 0,8 метра (по факту 0,74 метра) в группе № 4	п. 4.2.19 СП 1.13130.2020 [13]

Продолжение таблицы 2

В групповых ячейках, расположенных в осях 14-23/Г-Ф (на 1 и 2 этаже) не предусмотрены противопожарные двери при выходе в поэтажный коридор	п. 5.2.3 СП 4.13130.2020 [17]
Ширина эвакуационных выходов в свету ведущих из «Буфетной» менее 0,8 метра (по факту 0,73 и 0,73 метра) в группе № 5	п. 4.2.19 СП 1.13130.2020 [13]
Ширина эвакуационных выходов в свету ведущих из «Помещения уборочного инвентаря», «Туалетная», «Помещения для хранения личных вещей», «Помещения для хранения санок» менее 0,8 метра (по факту все выходы 0,75 метра)	п. 4.2.19 СП 1.13130.2020 [13]
Ширина эвакуационных выходов в свету менее 0,8 метра ведущих из «Туалетной» (по факту 0,74 метра) в группе № 6	п. 4.2.19 СП 1.13130.2020 [13]
Ширина эвакуационных выходов в свету менее 0,8 метра ведущих из «Буфетной» (по факту 0,75 метра), «Туалетной» (по факту 0,72 метра) в группе № 7	п. 4.2.19 СП 1.13130.2020 [13]
Ширина эвакуационного выхода в свету из группы № 7 непосредственно наружу менее 1,2 метра (по факту 1,1 метра)	п. 5.1.4 СП 1.13130.2020 [13]
Ширина эвакуационного выхода в свету из группы № 13 в коридор менее 1,2 метра (по факту 1,13 метра)	п. 5.1.4 СП 1.13130.2020 [13]
Ширина эвакуационных выходов в свету менее 0,8 метра, ведущих из «Буфетной» (по факту 0,75 и 0,72 метра), «Туалетной» (по факту 0,73 метра) в группе № 13	п. 4.2.19 СП 1.13130.2020 [13]
Ширина эвакуационного выхода в свету из группы № 12 в лестничную клетку менее 1,2 метра (по факту 1,1 метра)	п. 5.1.4 СП 1.13130.2020 [13]
Ширина эвакуационных выходов в свету менее 0,8 метра, ведущих из «Буфетной» (по факту 0,73 и 0,74 метра), «Туалетной» (по факту 0,73 метра) в группе № 12	п. 4.2.19 СП 1.13130.2020 [13]
Ширина эвакуационных выходов в свету менее 0,8 метра ведущих из «Буфетной» (по факту 0,74 метра) в группе № 11	п. 4.2.19 СП 1.13130.2020 [13]
Ширина эвакуационного выхода в свету из группы № 10 в лестничную клетку менее 1,2 метра (по факту 1,13 метра)	п. 5.1.4 СП 1.13130.2020 [13]
Ширина эвакуационных выходов в свету менее 0,8 метра ведущих из «Буфетной» (по факту 0,74 метра), «Туалетной» (по факту 0,7 метра) в группе № 10	п. 4.2.19 СП 1.13130.2020 [13]

Продолжение таблицы 2

Ширина эвакуационного выхода в свету из «Физкультурного зала» менее 1,2 метра (по факту 1,13 метра)	п. 5.1.4 СП 1.13130.2020 [13]
Ширина эвакуационных выходов в свету менее 0,8 метра ведущих из «Буфетной» (по факту 0,73 метра), «Туалетной» (по факту 0,71 метра) в группе № 9	п. 4.2.19 СП 1.13130.2020 [13]
Ширина эвакуационных выходов в свету менее 0,8 метра ведущих из «Буфетной» (по факту 0,73 метра), «Туалетной» (по факту 0,73 метра) в группе № 8	п. 4.2.19 СП 1.13130.2020 [13]
Элементы креплений (подвески) конструкций воздуховодов (в чердачном пространстве) имеют пределы огнестойкости менее нормируемых для воздуховодов	п. 6.13 СП 7.13130.2013 [21]
Устройства для самозакрывания дверей находятся в неисправном состоянии	п. 14 ППР [11]

При проведении обследования принимали во внимание положения п. 4.1.5. СП 1.13130-2020 [13], о том, что отклонения от геометрических параметров эвакуационных путей и выходов допускается в пределах не более чем 5%.

Вывод по второму разделу.

При рассмотрении вопроса эвакуации детей в случае пожара следует обращать внимание на требования пожарной безопасности, предъявляемым к путям эвакуации и системам противопожарной защиты. Необходимо использовать оборудование, позволяющее сократить время обнаружения пожара и исключая ложные срабатывания. Особое внимание необходимо уделить подготовке персонала ДООУ. Разрабатывая мероприятия организационного характера нужно анализировать возможные варианты развития событий при пожаре. Следует обращать внимание, что при наличии противопожарных преград с требуемым пределом огнестойкости и оборудовании здания системой противодымной защиты.

3 Оценка пожарного риска. Разработка мероприятий, направленных на повышение эффективности эвакуации людей

3.1 Расчет пожарного риска

В данном разделе экспериментальным путем определяется фактическое время, затраченное на выход людей из здания, проводится расчет пожарного риска и разрабатываются мероприятия, направленные на повышение эффективности эвакуации детей и сотрудников из детского сада.

3.1.1 Методика расчета

Расчет выполнен в соответствии с Методикой определения расчетных величин пожарного риска [7]. Вычисления проведены по наиболее опасным сценариям распространения опасных факторов пожара.

В соответствии с ч. 1 ст. 79 Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ [23] индивидуальный пожарный риск в зданиях и сооружениях не должен превышать значение одной миллионной в год при размещении отдельного человека в наиболее удаленном месте до выхода из здания, т.е. должно выполняться условие:

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

где Q_B^H – нормативное значение индивидуального пожарного риска:

$$Q_B^H = 10^{-6} \text{ год}^{-1}, \quad (2)$$

Q_B – расчетная величина индивидуального пожарного риска, определяется по формуле (14).

Определение расчетного времени эвакуации людей произведено по индивидуально-поточной модели движения, реализуемой программой «Pathfinder».

Определение времени от начала пожара до блокирования эвакуационных путей в результате распространения на них опасных факторов пожара произведено путем выбора из полученных в результате расчетов значений критической продолжительности пожара минимального времени:

$$\tau_{\text{бл}} = \min\{t_{\text{кр}}^T, t_{\text{кр}}^{\text{п.в.}}, t_{\text{кр}}^{O_2}, t_{\text{кр}}^{\text{т.г.}}\}. \quad (3)$$

Критическая продолжительность пожара по каждому из опасных факторов определяется как время достижения этим фактором критического значения на путях эвакуации на высоте 1,7 м от пола. Критические значения по каждому из опасных факторов составляют:

- по повышенной температуре: + 70 °С;
- по тепловому потоку: 1400 Вт/м²
- по потере видимости: 20 м;
- по пониженному содержанию кислорода: 0,226 кг·м⁻³;
- по каждому из токсичных газообразных продуктов горения: CO₂ - 0,11 кг·м⁻³, CO - 1,16·10⁻³ кг·м⁻³, HCl - 23·10⁻⁶ кг·м⁻³.

Для расчета времени достижения каждым из опасных факторов пожара предельно допустимого значения на путях эвакуации из помещений объекта защиты использовалась программа «PyroSim» на основе модуля FDS, реализующего полевою модель тепломассопереноса при пожарах.

Импорт данных из «Pathfinder» и «PyroSim», а также анализ полученных результатов и расчет пожарного риска выполнен с использованием программы «FireRisk».

Все используемые программы относятся к программному комплексу «FireCat», зарегистрированному в Фонде алгоритмов для ЭВМ МЧС России в области обеспечения пожарной безопасности (регистрационное свидетельство № 02.0004.01 от 21 ноября 2018 г.) [12].

Количество людей в помещениях объекта защиты принято согласно

имеющимся данным – 354 человека, из них: персонал – 54 человека, дети в возрасте до 8 лет – 300 чел.

В соответствии с исходными данными, в помещениях объекта защиты возможно пребывание детей с ограниченными возможностями. Нахождение данных детей предусматривается в одной группе на первом этаже в количестве не более 10 человек. На втором этаже пребывание МГН не предусматривается.

Время начала эвакуации принято в соответствии с табл. П5.1 Методики [7], как для дошкольных образовательных организаций класса функциональной пожарной опасности Ф 1.1: $t_{н.э.} = 4$ мин.

Режим работы объекта защиты: с 7.00 до 19.00.

Вероятность присутствия людей в помещениях объекта защиты принята с учетом суммарного времени пребывания людей в помещениях объекта защиты:

$$P_{пр} = \frac{12}{24} = 0,5 \quad (4)$$

Расчет выполнен исходя из условия оборудования Объекта защиты АПС, соответствующей требованиям нормативных документов по пожарной безопасности, в связи с чем согласно п. 22 Методики [7] коэффициент, учитывающий соответствие АПС требованиям нормативных документов по пожарной безопасности, принят: $K_{обн.} = 0,8$

Расчет выполнен исходя из условия оборудования Объекта защиты СОУЭ 3-го типа, соответствующей требованиям нормативных документов по пожарной безопасности, в связи с чем согласно п. 25 Методики [7] коэффициент, учитывающий соответствие СОУЭ требованиям нормативных документов по пожарной безопасности, принят: $K_{СОУЭ} = 0,8$.

Система противодымной защиты объекта защиты не соответствует требованиям нормативных документов по пожарной безопасности, в связи с чем согласно п. 26 Методики [7] коэффициент, учитывающий соответствие системы противодымной защиты требованиям нормативных документов по

пожарной безопасности, принят: $K_{\text{пдз}} = 0$

Объект защиты располагается в районе выезда пожарно-спасательной части № 44, которая находится по адресу: ул. Ленина, 293, с. Новая Усмань, на расстоянии 4,4 км, что обеспечивает выполнение требований п. 1 ст. 76 Технического регламента [23] о времени прибытия подразделений пожарной охраны к месту вызова в течение не более 10 минут.

Проверим обеспечение требований раздела 5 СП 11.13130.2009 [14] о нахождении пожарной части в пределах максимально допустимого расстояния от объекта предполагаемого пожара до ближайшего пожарного депо.

Принимаем цели выезда подразделений пожарной охраны на пожар:

- цель №1: ликвидация пожара прежде, чем его площадь превысит площадь, которую может потушить один дежурный караул;
- цель №2: ликвидация пожара прежде, чем наступит предел огнестойкости строительных конструкций в помещении пожара.

Принимаем круговое распространение пламени по поверхности твердых материалов в качестве расчетной схемы пожара.

Максимально допустимое расстояние от объекта предполагаемого пожара до ближайшего здания пожарного депо для каждой из рассматриваемых целей и соответствующей схемы развития пожара вычисляем по формулам:

$$l_1 \leq \frac{g_{\text{сл}}}{60} (T_2 - T_1), \quad (5)$$

$$l_2 \leq \begin{cases} \frac{g_{\text{сл}}}{60} \left[\sqrt{T_3 \left(\tau_{\text{но}} + \frac{T_3}{4} - T_0 \right)} - \left(T_1 + \frac{T_3}{2} \right) \right], & \text{если } S_{\text{пож}} / S_{\text{ном}} < 1 \\ \frac{g_{\text{сл}}}{60} [\tau_{\text{но}} - (T_1 + T_T)], & \text{если } S_{\text{пож}} / S_{\text{ном}} \geq 1 \end{cases}, \quad (6)$$

где $g_{\text{сл}}$ - скорость следования подразделения пожарной охраны на

место пожара, $g_{\text{сл}} = 45$ км/ч;

τ_{no} - время от момента возникновения пожара до момента наступления предела огнестойкости строительных конструкций, $\tau_{no} = 90 \text{ мин}$;

$Q_{ст}$ - фактический расход огнетушащего вещества, который подразделение пожарной охраны может подать в очаг пожара. Согласно таблицы 21.1 «Справочника руководителя тушения пожара» [22] принимаем расход воды $Q_{ст} = 14 \text{ л/с}$;

$J_{тр}$ - требуемая интенсивность подачи огнетушащего вещества при тушении пожара. Согласно таблицы 11.1 «Справочника руководителя тушения пожара» [22] принимаем $J_{тр} = 0,06 \text{ л/(м}^2 \cdot \text{с)}$;

$\tau_{об}$ - время от момента возникновения пожара до момента его обнаружения, $\tau_{об} = 2,0 \text{ мин}$;

τ_c - время от момента обнаружения пожара до момента сообщения о нем в пожарную охрану. С учетом наличия в здании пожарной сигнализации с выводом сигнала о пожаре на пульт подразделения пожарной охраны принимаем: $\tau_c = 1,0 \text{ мин}$;

$\tau_{сб}$ - время сбора личного состава по тревоге, $\tau_{сб} = 1,0 \text{ мин}$;

$\tau_{бр}$ - время от момента прибытия на пожар до момента подачи огнетушащего средства из первого ствола в очаг пожара, $\tau_{бр} = 6,0 \text{ мин}$;

g_l - линейная скорость распространения пламени. Согласно табл. 10.9 «Справочника руководителя тушения пожара» [22] и части 21 того же пособия [27] принимаем $g_l = 0,5 \text{ м/мин}$;

$$T_0 = \frac{5}{60J_{mp}} \quad (7)$$

$$T_0 = \frac{5}{60 \cdot 0,06} = 1,38 \text{ мин} \quad (7)$$

$$T_1 = \tau_{об} + \tau_c + \tau_{сб} + \tau_{бp} \quad (8)$$

$$T_1 = 2 + 1 + 1 + 6 = 10 \text{ мин} \quad (8)$$

$$T_2 = \sqrt{Q_{ст}/(\pi g_{л}^2 J_{mp})} \quad (9)$$

$$T_2 = \sqrt{14/(3,14 \cdot 0,5^2 \cdot 0,06)} = 17,2 \text{ мин} \quad (9)$$

$$T_3 = \frac{2 \cdot 60 J_{mp}}{\pi g_{л}^2} \quad (10)$$

$$T_3 = \frac{2 \cdot 60 \cdot 0,06}{3,14 \cdot 0,5^2} = 9,17 \text{ мин} \quad (10)$$

$$S_{пож} = \pi \left[g_{л} \left(T_1 + \frac{60 l_1}{g_{сл}} \right) \right]^2 \quad (11)$$

Для выполнения цели № 1 максимальное удаление пожарной части от объекта равняется:

$$l_1 = \frac{45}{60}(25,2 - 10) = 11,4 \text{ км.} \quad (5)$$

Для выполнения Цели № 2 максимальное удаление пожарной части от объекта равняется:

$$S_{нож} = 3,14 \left[0,5 \left(10 + \frac{60 \cdot 11,4}{45} \right) \right]^2 = 498,5 \text{ м}^2 \quad (11)$$

$$\text{Проверим выполнение условия: } S_{нож} / S_{ном} \geq 1 \quad (6)$$

$$S_{ном} = 37,6 \text{ м}^2$$

$$498,5 / 37,6 \geq 1, \quad 13,25 \geq 1 \quad (6)$$

$$l_2 = \frac{9сл}{60} [\tau_{но} - (T_1 + T_2)] \quad (6)$$

$$l_2 = \frac{45}{60} [90 - (10 + 17,2)] = 31,4 \text{ км} \quad (6)$$

Таким образом, расстояние от пожарно-спасательной части № 44 до объекта защиты не превышает максимально допустимого значения.

В связи с вышеизложенным согласно п. 16 Методики [7], коэффициент, учитывающий дислокацию пожарных подразделений, принят: $K_{фПС} = 0,95$.

В настоящем Отчете принято, что на объекте защиты соблюдены требования нормативных документов по пожарной безопасности к оснащению первичными средствами пожаротушения, в связи с чем, согласно

п. 16 Методики [7], коэффициент, учитывающий класс функциональной пожарной опасности здания, принят: $K_{\Phi} = 0,75$.

На объекте защиты пути эвакуации не соответствуют требованиям нормативных документов по пожарной безопасности, в связи с чем, согласно п. 16 Методики [7], коэффициент, учитывающий соответствие путей эвакуации требованиям нормативных документов по пожарной безопасности, принят: $K_{ЭВ} = 0$.

Частота возникновения пожара для объекта защиты принята в соответствии с Методикой [7] (дошкольные образовательные организации): $Q_{\Pi} = 1,3 \cdot 10^{-3} \text{ год}^{-1}$.

Размеры дверей эвакуационных выходов, использованные в расчётах, приведены в приложении А. Варианты пожароопасных ситуаций выбраны исходя из наихудшего случая, когда расчетное время эвакуации максимально, а время блокирования эвакуационных путей опасными факторами пожара (ОФП) – минимально. Рассматриваются сценарии с учетом количества пожарной нагрузки, ее свойств и расположения, вероятности возникновения пожара, возможной динамики его развития, расположения путей эвакуации и выходов.

Динамика развития пожара рассматривается как вихревое распространение продуктов горения с блокировкой одного или нескольких ближайших эвакуационных выходов. Площадь пожара для выбранного сценария определена на основании анализа количества и типа пожарной нагрузки, её теплофизических характеристик. Параметры принятых горючих материалов соответствуют типовой пожарной нагрузке.

Были рассмотрены наихудшие сценарии развития пожара и эвакуации людей:

- сценарий №1: возгорание происходит в помещении № 65 (раздевалка) группы детского сада на 1-м этаже здания. Последовательность дальнейшего развития пожара определяется температурным режимом в помещении и линейной скоростью

- распространения пламени по горючим материалам. Продуктами горения с первых минут пожара блокируется эвакуационный выход из помещения № 65 (раздевалка) наружу. В том числе не осуществляется эвакуация людей со 2-го этажа по наружной лестнице 3-го типа, примыкающей к групповой ячейке с очагом пожара, а также из групповых ячеек на 1-м этаже в коридор № 54;
- сценарий №2: возгорание происходит в помещении № 9 (раздевалка) группы детского сада на 1-м этаже здания. Последовательность дальнейшего развития пожара определяется температурным режимом в помещении и линейной скоростью распространения пламени по горючим материалам. В расчетном сценарии принято, что в группе находятся 10 детей с ограниченными возможностями. Продуктами горения с первых минут пожара блокируется эвакуационный выход из помещения № 9 (раздевалка) в тамбур и далее наружу. В том числе не осуществляется эвакуация людей из групповых ячеек на 1-м этаже в коридор № 54;
 - сценарий № 3: возгорание происходит в помещении № 2 (электрощитовая) подвального этажа здания. Последовательность дальнейшего развития пожара определяется температурным режимом в помещении и линейной скоростью распространения пламени по горючим материалам. Продуктами горения с первых минут пожара блокируется эвакуационный выход наружу, расположенный вблизи помещения очага. Эвакуация людей осуществляется через второй эвакуационный выход.

Расчетное время эвакуации людей и время наступления критических значений опасных факторов пожара определялись в расчётных точках, расположенных у эвакуационных выходов на высоте 1,7 м от уровня пола.

3.1.2 Расчет времени блокирования путей эвакуации

Сценарий 1

Свойства пожарной нагрузки для сценария 1 приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Свойства пожарной нагрузки для сценария 1

Пожарная нагрузка в помещении	Мебель и ткани
Низшая теплота сгорания материала, МДж/кг, Hf	14,9
Дымообразующая способность, Нп/м ² ·кг, Dm	58,5
Потребление кислорода, кг/кг, LO ₂	1,437
Выработка углекислого газа, кг/кг, LCO ₂	1,32
Выработка угарного газа, кг/кг, LCO	0,019

Результаты расчетов времени блокирования по сценарию 1 приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Время в точках сравнения

Точка сравнения	T	O ₂	Видимость	CO ₂	CO	Тепловой поток	Тбл, с	0.8*Тбл, с
Точка 02	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>960
Точка 04	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>960
Точка 05	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>960
Точка 07	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>960
Точка 08	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>960
Точка 09	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>960
Точка 10	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>960
Точка 11	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>960
Точка 12	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>960
Точка 13	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>960
Точка 14	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>960

Продолжение таблицы 4

Точка 15	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>960
Точка 16	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>960
Точка 01	21,73	22,87	50,45	>1200	>1200	>1200	21,73	17,38
Точка 03	>1200	>1200	228,11	>1200	>1200	>1200	228,11	182,49
Точка 06	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>960

Модель здания с очагом пожара и полями распространения ОФП по первому сценарию приведена в приложении Б.

Сценарий 2

Свойства пожарной нагрузки для сценария 2 приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Свойства пожарной нагрузки для сценария

Пожарная нагрузка в помещении	Мебель и ткани
Низшая теплота сгорания материала, МДж/кг, Hf	14,9
Дымообразующая способность, Нп/м ² ·кг, Dm	58,5
Потребление кислорода, кг/кг, LO ₂	1,437
Выработка углекислого газа, кг/кг, LCO ₂	1,32
Выработка угарного газа, кг/кг, LCO	0,019

Результаты расчетов времени блокирования по сценарию 2 приведены в таблице 6.

Таблица 6 - Время в точках сравнения

Точка сравнения	T	O ₂	Видимость	CO ₂	CO	Тепловой поток	Tбл, с	0.8*Tбл, с
Точка 01	>1200	>1200	568,82	>1200	>1200	>1200	568,82	455,06
Точка 02	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>960
Точка 03	>1200	>1200	130,87	>1200	>1200	>1200	130,87	104,70

Продолжение таблицы 6

Точка 04	>1200	>1200	1112,47	>1200	>1200	>1200	1112,47	889,98
Точка 05	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>960
Точка 06	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>960
Точка 07	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>960
Точка 08	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>960
Точка 09	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>960
Точка 10	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>960
Точка 11	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>960
Точка 12	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>960
Точка 13	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>960
Точка 14	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>960
Точка 15	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>960
Точка 16	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>960

Модель здания с очагом пожара и полями распространения ОФП по второму сценарию приведена в приложении В.

Сценарий 3

Свойства пожарной нагрузки для сценария 3 приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Свойства пожарной нагрузки для сценария

Пожарная нагрузка в помещении	Кабели и провода
Низшая теплота сгорания материала, МДж/кг, Hf	33,5
Дымообразующая способность, Нп/м ² ·кг, Dm	612
Потребление кислорода, кг/кг, LO ₂	2,389
Выработка углекислого газа, кг/кг, LCO ₂	0,66
Выработка угарного газа, кг/кг, LCO	0,1

Модель здания с очагом пожара и полями распространения ОФП по третьему сценарию приведена в приложении Г.

Результаты расчетов времени блокирования по сценарию 3 приведены в таблице 8.

Таблица 8 - Время в точках сравнения

Точка сравнения	T	O2	Видимость	HCl	CO2	CO	Тепловой поток	Тбл, с	0.8* Тбл, с
Точка 01	>600	>600	>600	>600	>600	>600	>600	>600	>480

3.1.3 Расчет времени эвакуации

Сценарий 1.

Результаты расчета эвакуации сценария 1 приведены в таблице 9.

Таблица 9 - Время в точках сравнения

Точка сравнения	Дверь в Pathfinder	Время эвакуации $t_{нэ} + t_p$, с	Время начала эвакуации, с	Количество неэвакуировавшихся
Точка 02	выход 2	302,90	240,00	0
Точка 04	выход 4	254,20	240,00	0
Точка 05	выход 5.1	272,00	240,00	0
Точка 07	выход 7	315,20	240,00	0
Точка 08	выход 8	304,30	240,00	0
Точка 09	выход 9	267,40	240,00	0
Точка 10	выход 10	313,80	240,00	0
Точка 11	выход 11	252,80	240,00	0
Точка 12	выход 12	249,10	240,00	0
Точка 13	выход 13	248,20	240,00	0
Точка 14	выход 14	251,90	240,00	0
Точка 15	выход 15	257,30	240,00	0
Точка 16	выход 16	252,00	240,00	0
Точка 01	выход 1	0,00	0,00	0
Точка 03	выход 3	0,00	0,00	0
Точка 06	выход 6	0,00	0,00	0

Время движения людей к выходам приведено в таблице 10, а распределение людей по выходам в таблице 11.

Таблица 10 - Время движения людей к выходам

Этаж	Наименование выхода	Количество человек	Время эвакуации $t_{нэ} + t_p$, с	Время начала эвакуации, с
Этаж -3,0 м	выход 10	54	313,8	240
	выход 2	102	302,9	240
	выход 7	79	315,2	240
Этаж 0,0 м	выход 11	4	252,8	240
	выход 12	2	249,1	240
	выход 13	2	248,2	240
	выход 14	4	251,9	240
	выход 15.1 с лестн 3-го типа	5	263,6	240
Этаж 0,0 м	выход 16 с лестн 3-го типа	1	258,4	240
	выход 4	4	254,2	240
	выход 5.1	10	272	240
	выход 8	37	304,3	240
	выход 9	22	267,4	240
	выход со 2 этажа	24	283,4	240

Таблица 11 Распределение людей по выходам

Наименование выхода	Наименование помещения	Количество человек
выход 5.1	-	10
	Помещение23	6
	Помещение22	4
выход 4	-	4
	Помещение22	2
	Помещение21	1
	Помещение20	1
выход 2	-	102
	Помещение12	10
	Помещение08	14
	Помещение10	1
	Помещение04	11
	Помещение06	14
	Помещение85	10
	Помещение88	10
	Помещение84	4
	Помещение92	11
	Помещение139	11

Продолжение таблицы 11

выход 2	Помещение93	4
	Помещение95	1
	Помещение96	1
выход 7	-	79
	Помещение43	5
	Помещение41	9
	Помещение36	11
	Помещение35	5
	Помещение34	10
	Помещение39	8
	Помещение40	4
	Помещение109	4
	Помещение111	22
	Помещение57	1
выход 9	-	22
	Помещение61	11
	Помещение60	1
	Помещение65	10
выход 10	-	54
	Помещение70	11
	Помещение67	11
	Помещение72	4
	Помещение124	12
	Помещение126	10
	Помещение125	4
	Помещение135	2
выход 11	-	4
	Помещение73	1
	Помещение76	1
	Помещение77	1
	Помещение64	1
выход 12	-	2
	Помещение68	1
	Помещение63	1
выход 13	-	2
	Помещение50	1
	Помещение52	1
выход 14	-	4
	Помещение55	2
	Помещение48	1
	Помещение49	1
Лестница20 дверь 2	Помещение85	1
выход 16 с лестн 3-го типа	Помещение88	1

Продолжение таблицы 11

выход со 2 этажа	-	24
	Помещение105	11
	Помещение101	10
	Помещение100	3
Лестница06 дверь 2	Помещение101	1
выход 8		37
	Помещение118	9
	Помещение116	11
	Помещение119	6
	Помещение122	11
выход 15.1 с лестн 3-го типа	-	5
	Помещение131	1
	Помещение132	1
	Помещение133	1
	Помещение129	1
	Помещение128	1
Лестница22 дверь 2		4
	Помещение130	1
	Помещение132	1
	Помещение133	1
	Помещение134	1

Время скопления: максимальное время скопления: 0,15 мин. Время движения и пройденное расстояние по профилям приведено в таблице 12. Время движения и пройденное расстояние по поведеним приведено в таблице 13.

Таблица 12 – Время движения и пройденное расстояние по профилям

Профиль	Количество человек	Минимальное время движения, с	Максимальное время движения, с	Минимальное расстояние, м	Максимальное расстояние, м
Дети с ограниченными возможностями	11	244,2	272	2,8	21,9
М1 (летняя одежда)	55	242,4	298,2	2,8	58,7

Продолжение таблицы 12

Дети дошкольного возраста	290	250,1	315,2	8,2	54,1
Все профили	356	242,4	315,2	2,8	58,7

Таблица 13 – Время движения и пройденное расстояние по поведением

Поведение	Количество человек	Минимальное время движения, с	Максимальное время движения, с	Минимальное расстояние, м	Максимальное расстояние, м
идти к выходу 5 (гр. №5)	10	250,2	272	11,5	21,9
Идти к выходу 4 (гр.№5)	4	242,8	254,2	2,8	10
идти к выходу 2 (гр. №6 ,7, 12,13)	102	250,3	302,9	8,2	49,7
идти к выходу 7 (гр. №3,4,10 и музыкальный зал)	79	252,5	315,2	13,4	58,7
идти к выходу 9 (гр.№2)	22	249,7	267,4	9,6	20,5
идти к выходу 10 (гр.№1,8)	54	250,1	313,8	8,7	54,1
идти к выходу 11 (у медкабинета)	4	245,3	252,8	7,2	18,8
идти к выходу 12	2	247,9	249,1	11,2	12
идти к выходу 13 (кухня)	2	245,3	248,2	7,2	11,6
идти к выходу 14 (кухня)	4	242,4	251,9	2,8	15,1
идти к выходу 16 (на лестницу 3 типа)	2	249,9	258,4	14,4	24,9
идти по ЛК (гр. 11)	25	254,7	283,4	14,9	29,4
идти к выходу 8 (гр №9 и физкультурный зал)	37	269,7	304,3	25,7	49,4
идти к выходу 15 на лестницу 3-го типа	9	253,1	263,6	19,5	30,2
Все поведения	356	242,4	315,2	2,8	58,7

Сценарий 2

Результаты расчета эвакуации приведены в таблицах: время в точках сравнения – таблица 14, время движения людей к выходам – таблица 15, распределение людей по выходам – таблица 16, время движения и пройденное расстояние по профилям – таблица 17, Время движения и пройденное расстояние по поведениям – таблица 18.

Максимальное время скопления: 0,08 мин.

Таблица 14 – Время в точках сравнения

Точка сравнения	Дверь в Pathfinder	Время эвакуации тнэ + тр, с	Время начала эвакуации, с	Количество неэвакуировавшихся
Точка 01	выход 1	0,00	0,00	0
Точка 02	выход 2	293,50	240,00	0
Точка 03	выход 3	0,00	0,00	0
Точка 04	выход 4	260,40	240,00	0
Точка 05	выход 5.1	0,00	0,00	0
Точка 06	выход 6	0,00	0,00	0
Точка 07	выход 7	315,20	240,00	0
Точка 08	выход 8	304,30	240,00	0
Точка 09	выход 9	267,40	240,00	0
Точка 10	выход 10	313,80	240,00	0
Точка 11	выход 11	252,80	240,00	0
Точка 12	выход 12	249,10	240,00	0
Точка 13	выход 13	248,20	240,00	0
Точка 14	выход 14	251,90	240,00	0
Точка 15	выход 15	257,30	240,00	0
Точка 16	выход 16	263,80	240,00	0

Таблица 15 – Время движения людей к выходам

Этаж	Наименование выхода	Количество человек	Время эвакуации тнэ + тр, с	Время начала эвакуации, с
Этаж -3,0 м	выход 10	54	313,8	240
	выход 2	78	293,5	240
	выход 7	79	315,2	240
Этаж 0,0 м	выход 11	4	252,8	240
	выход 12	2	249,1	240
	выход 13	2	248,2	240

Продолжение таблицы 15

Этаж 0,0 м	выход 14	4	251,9	240
	выход 15.1 с лестн 3-го типа	5	263,6	240
	выход 16 с лестн 3-го типа	26	279,9	240
	выход 4	14	260,4	240
	выход 8	37	304,3	240
	выход 9	22	267,4	240
	выход со 2 этажа	24	283,4	240

Таблица 16 – Распределение людей по выходам

Наименование выхода	Наименование помещения	Количество человек
выход 4	-	14
	Помещение23	6
	Помещение22	6
	Помещение21	1
	Помещение20	1
выход 2	-	78
	Помещение12	10
	Помещение08	14
	Помещение10	1
	Помещение04	11
	Помещение06	14
	Помещение92	11
	Помещение139	11
	Помещение93	4
	Помещение95	1
	Помещение96	1
выход 7	-	79
	Помещение43	5
	Помещение41	9
	Помещение36	11
	Помещение35	5
	Помещение34	10
	Помещение39	8
	Помещение40	4
	Помещение109	4
	Помещение111	22
	Помещение57	1

Продолжение таблицы 16

выход 9	-	22
	Помещение61	11
	Помещение60	1
	Помещение65	10
выход 10	-	54
	Помещение70	11
	Помещение67	11
	Помещение72	4
	Помещение124	12
	Помещение126	10
	Помещение125	4
	Помещение135	2
выход 11	-	4
	Помещение73	1
	Помещение76	1
	Помещение77	1
	Помещение64	1
выход 12	-	2
	Помещение68	1
	Помещение63	1
выход 13	-	2
	Помещение50	1
	Помещение52	1
выход 14	-	4
	Помещение55	2
	Помещение48	1
	Помещение49	1
выход 14	-	4
	Помещение55	2
	Помещение48	1
	Помещение49	1
выход 16 с лестницы 3-го типа	-	26
	Помещение85	11
	Помещение88	11
	Помещение84	4
выход со 2 этажа	-	24
	Помещение105	11
	Помещение101	10
	Помещение100	3
Лестница 06 дверь 2	Помещение101	1
выход 8	-	37
	Помещение118	9
	Помещение116	11
	Помещение119	6
	Помещение122	11

Продолжение таблицы 16

выход 8	-	37
	Помещение118	9
	Помещение116	11
	Помещение119	6
	Помещение122	11
выход 15.1 с лестн 3-го типа	-	5
	Помещение131	1
	Помещение132	1
	Помещение133	1
	Помещение129	1
	Помещение128	1
Лестница22 дверь 2	-	4
	Помещение130	1
	Помещение132	1
	Помещение133	1
	Помещение134	1

Таблица 17 – Время движения и пройденное расстояние по профилям

Профиль	Количество человек	Минимальное время движения, с	Максимальное время движения, с	Минимальное расстояние, м	Максимальное расстояние, м
Дети с ограниченными возможностями	11	244,4	260,4	2,7	14,1
М1 (летняя одежда)	55	242,4	298	2,8	58,7
Дети дошкольного возраста	290	250,1	315,2	8,2	54,1
Все профили	356	242,4	315,2	2,7	58,7

Таблица 18 – Время движения и пройденное расстояние по поведением

Поведение	Количество человек	Минимальное время движения, с	Максимальное время движения, с	Минимальное расстояние, м	Максимальное расстояние, м
Идти к выходу 4 (гр.№5)	14	243	260,4	2,7	14,1
идти к выходу 2 (гр. №6 ,7, 12)	78	250,3	293,5	8,2	49,4
идти к выходу 7 (гр. №3,4,10 и муз зал)	79	252,5	315,2	13,4	58,7
идти к выходу 9 (гр.№2)	22	249,7	267,4	9,6	20,5
идти к выходу 10 (гр.№1,8)	54	250,1	313,8	8,7	54,1
идти к выходу 11 (у медкабинета)	4	245,3	252,8	7,2	18,8
идти к выходу 12	2	247,9	249,1	11,2	12
идти к выходу 13 (кухня)	2	245,3	248,2	7,2	11,6
идти к выходу 14 (кухня)	4	242,4	251,9	2,8	15,1
идти к выходу 16 (на лестн 3 типа)	26	254,7	279,9	11,9	30,9
идти по ЛК (гр. 11)	25	254,7	283,4	14,9	29,4
идти к выходу 8 (гр №9 и физк зал)	37	269,7	304,3	25,7	49,4
идти к вых 15 на лестн 3-го типа	9	253,1	263,6	19,5	30,2
Все поведения	356	242,4	315,2	2,7	58,7

Сценарий 3

Результаты расчета эвакуации приведены в таблицах: время в точках сравнения – таблица 19, время движения людей к выходам – таблица 20, время движения и пройденное расстояние по профилям – таблица 21, время движения и пройденное расстояние по поведением – таблица 22.

Максимальное время скопления: 0,02 мин.

Таблица 19 – Время в точках сравнения

Точка сравнения	Дверь в Pathfinder	Время эвакуации $t_{нэ} + t_p$, с	Время начала эвакуации, с	Количество неэвакуировавшихся
Точка 01	расчетная точка	290,80	240,00	0

Таблица 20 – Время движения людей к выходам

Этаж	Наименование выхода	Количество человек	Время эвакуации $t_{нэ} + t_p$, с	Время начала эвакуации, с
Этаж -3,0 м	выход на улице	5	298,2	240

Таблица 21 – Время движения и пройденное расстояние по профилям

Профиль	Количество человек	Минимальное время движения, с	Максимальное время движения, с	Минимальное расстояние, м	Максимальное расстояние, м
М1 (летняя одежда)	5	263,2	298,2	32,7	89,3
Все профили	5	263,2	298,2	32,7	89,3

Таблица 22 – Время движения и пройденное расстояние по поведением

Поведение	Количество человек	Минимальное время движения, с	Максимальное время движения, с	Минимальное расстояние, м	Максимальное расстояние, м
Идти к выходу	5	263,2	298,2	32,7	89,3
Все поведения	5	263,2	298,2	32,7	89,3

3.1.4 Определение вероятности эвакуации

Сравнение необходимого и расчетного времени эвакуации для разных сценариев представлено в таблицах 23, 24, 25.

Таблица 23 – Сравнение результатов, полученных при моделировании развития опасного сценария №1

Точка сравнения	0,8*Время блокирования, с	Время начала эвакуации, с	Время эвакуации $t_{нэ} + t_{р}$, с	Вероятность эвакуации	Количество человек	Количество неэвакуировавшихся
Точка 02	>960	240,00	302,90	0,999	102	0
Точка 04	>960	240,00	254,20	0,999	4	0
Точка 05	>960	240,00	272,00	0,999	10	0
Точка 07	>960	240,00	315,20	0,999	79	0
Точка 08	>960	240,00	304,30	0,999	37	0
Точка 09	>960	240,00	267,40	0,999	22	0
Точка 10	>960	240,00	313,80	0,999	54	0
Точка 11	>960	240,00	252,80	0,999	4	0
Точка 12	>960	240,00	249,10	0,999	2	0
Точка 13	>960	240,00	248,20	0,999	2	0
Точка 14	>960	240,00	251,90	0,999	4	0
Точка 15	>960	240,00	257,30	0,999	8	0
Точка 16	>960	240,00	252,00	0,999	2	0
Точка 01	17,38	0,00	0,00	0,000	0	0
Точка 03	182,49	0,00	0,00	0,000	0	0
Точка 06	>960	0,00	0,00	0,000	0	0

Вероятность эвакуации для данного сценария составляет $P_{э} = 0,999$

Таблица 24 – Сравнение результатов, полученных при моделировании развития опасного сценария №2

Точка сравнения	0,8*Время блокирования, с	Время начала эвакуации, с	Время эвакуации тнэ + тр, с	Вероятность эвакуации	Количество человек	Количество неэвакуировавшихся
Точка 01	455,06	0,00	0,00	0,000	0	0
Точка 02	>960	240,00	293,50	0,999	78	0
Точка 03	104,70	0,00	0,00	0,000	0	0
Точка 04	889,98	240,00	260,40	0,999	14	0
Точка 05	>960	0,00	0,00	0,000	0	0
Точка 06	>960	0,00	0,00	0,000	0	0
Точка 07	>960	240,00	315,20	0,999	79	0
Точка 08	>960	240,00	304,30	0,999	37	0
Точка 09	>960	240,00	267,40	0,999	22	0
Точка 10	>960	240,00	313,80	0,999	54	0
Точка 11	>960	240,00	252,80	0,999	4	0
Точка 12	>960	240,00	249,10	0,999	2	0
Точка 13	>960	240,00	248,20	0,999	2	0
Точка 14	>960	240,00	251,90	0,999	4	0
Точка 15	>960	240,00	257,30	0,999	8	0
Точка 16	>960	240,00	263,80	0,999	26	0

Вероятность эвакуации для данного сценария составляет $P_{э} = 0,999$

Таблица 25 – Сравнение результатов, полученных при моделировании развития опасного сценария №3

Точка сравнения	0,8*Время блокирования, с	Время начала эвакуации, с	Время эвакуации тнэ + тр, с	Вероятность эвакуации	Количество человек	Количество неэвакуировавшихся
Точка 01	>480	240,00	290,80	0,999	4	0

Вероятность эвакуации для данного сценария составляет $P_э = 0,999$

3.1.5 Расчет индивидуального пожарного риска

Коэффициент, учитывающий соответствие систем противопожарной защиты, направленных на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре, находящихся в помещениях объекта защиты, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности определён по формуле:

$$\begin{aligned} K_{п.з} &= 1 - (1 - K_{обн.} \cdot K_{соуэ}) \cdot (1 - K_{обн.} \cdot K_{пдз}) = \\ &= 1 - (1 - 0,8 \cdot 0,8) \cdot (1 - 0,8 \cdot 0) = 0,64 \end{aligned} \quad (12)$$

Вероятность спасения для здания класса Ф1.1 определена по формуле:

$$\begin{aligned} P_{сп} &= 1 - (1 - K_{п.з}) \cdot (1 - K_{фпс}) \cdot (1 - K_{ф}) \cdot (1 - K_{эв}) \\ &= 1 - (1 - 0,64) \cdot (1 - 0,95) \cdot (1 - 0,75) \cdot (1 - 0) = 0,9955 \end{aligned} \quad (13)$$

Расчетная величина индивидуального пожарного риска для здания класса Ф1.1 определена по формуле:

$$\begin{aligned} Q_в &= Q_п \cdot [1 - (P_э + (1 - P_э) \cdot P_{сп})] \\ &= 1,3 \cdot 10^{-3} \cdot [1 - (0,999 + (1 - 0,999) \cdot 0,9955)] = 5,85 \cdot 10^{-9} \text{год}^{-1} \end{aligned} \quad (14)$$

Проверка выполнения условия соответствия индивидуального пожарного риска требованиям ст. 79 Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ [23]:

$$Q_в = 5,85 \cdot 10^{-9} \text{год}^{-1} \leq Q_в^н = 10^{-6} \text{год}^{-1} \quad (1)$$

Условие выполняется, следовательно, индивидуальный пожарный риск в помещениях объекта защиты не превышает допустимого значения,

установленного Федеральным законом от 22.07.2008 № 123-ФЗ [23].

Расчетная величина индивидуального пожарного риска для людей, находящихся в помещениях объекта защиты, не превышает допустимого значения, установленного Федеральным законом от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [23].

3.2 Практический эксперимент по эвакуации людей

На стадии подготовки к работе проведён практический эксперимент по эвакуации детей и персонала из здания детского сада. Целью данного исследования являлось определение фактического времени, затрачиваемого на сбор и выход людей из помещений в случае возможного пожара. Занятия проходили в холодное время года. По условиям тренировка проводилась по двум вариантам: на первом – дети самостоятельно или с помощью воспитателей надевали зимнюю одежду и организованно эвакуировались, на втором – дети использовали одеяла. Каждая группа состояла из 17-20 человек. На начальном этапе наблюдений в каждой группе участвовали двое воспитателей, под руководством которых дети выходили из спальни или игровой в раздевалки, где их одевали в одежду. На втором этапе эксперимента дети самостоятельно накидывали одеяла, сотрудники только организовывали процесс. В эксперименте не участвовала группа детей с ограниченными возможностями здоровья. Результаты сведены в таблицу 26.

Таблица 26 – Результаты тренировки по эвакуации детей и персонала

Номер группы	Возраст детей (лет)	Этаж	Время эвакуации (с)	
			Первый вариант (зимняя одежда)	Второй вариант (одеяла)
9	6-7	2	229	71
10	6-7	2	273	82
8	5-6	2	289	77

Продолжение таблицы 26

11	5-6	2	244	58
4	4-5	2	297	90
5	4-5	2	253	68
6	4-5	1	301	81
7	3-4	1	317	77
3	3-4	1	349	100
1	3-4	1	342	97
2	1,5-3	1	368	79
12	1,5-3	1	407	94
среднее время			306	81

Установлено, что надевание верхней одежды значительно увеличивает время эвакуации (в среднем на 225 секунд). При проведении повторной эвакуации в группы № 2 и № 7 были добавлены по одному педагогу. По сравнению с другими эти группы показали лучшие результаты.

3.3 Разработка мероприятий, направленных на повышение эффективности эвакуации людей

Исследованием установлено, что на объекте защиты имеются отступления от действующих нормативных документов по пожарной безопасности, относящиеся к эвакуационным путям и выходам. Также установлено, что указанные нарушения не оказывают значительного влияния на фактическое время эвакуации детей и персонала из здания.

Во избежание угрозы, людям необходимо четко соблюдать требования пожарной безопасности для выходов и путей эвакуации, содержать в исправном состоянии системы противопожарной защиты и первичные средства пожаротушения.

Для сокращения времени обнаружения пожара необходимо применение адресной системы пожарной сигнализации, в соответствии с Приложением А СП 484.1311500.2020 [18].

В технической документации на пожарный извещатель ИП 212-45 указана инерционность срабатывания не более 9 с. Данное время удовлетворяет возможности быстрого обнаружения загорания.

В связи с тем, что прибор пожарной сигнализации при срабатывании ручного пожарного извещателя сразу выдаёт команду «Пожар», необходимо включить в инструкцию для персонала учреждения требование об обязательном использовании ИПР при обнаружении пожара. Во избежание случайных нажатий рекомендуется применять ИПР с откидной крышкой или ИПР класса В, согласно СП 484.1311500.2020 [18].

В целях защиты от ложных срабатываний АПС следует «обеспечивать одним или комбинацией следующих мероприятий:

- применением ИП, не реагирующих на факторы, схожие, но не связанные с пожаром и которые присутствуют при нормальном функционировании объекта (пыль, пар, резкие перепады температуры сценический дым, дым и излучение от сварочных работ, солнечное излучение и т. п.);
- применением экранированных кабелей, кабелей типа «витая пара», оптоволоконных линий связи;
- использованием алгоритмов принятия решения о пожаре В или С», в соответствии с п. 6.5 СП 484.1311500.2020 [18].

При проведении практического эксперимента по эвакуации детей установлено, что надевание верхней одежды значительно увеличивает время эвакуации (в среднем на 225 секунд).

Особое внимание необходимо уделить подготовке персонала детского сада. Исключить допуск к работе воспитателей и педагогов, непрошедших специальное обучение и инструктаж по пожарной безопасности. Разрабатывая мероприятия организационного характера следует проанализировать возможные варианты развития событий при пожаре [10]. Например, эвакуация непосредственно из помещения где возник пожар или пожароопасная ситуация развивается в противоположенном крыле здания;

дети находятся в состоянии сна или заняты подвижными играми; холодное или тёплое время года. Все эти моменты нужно отразить в инструкциях по действиям работников детского учреждения при возникновении пожара. Инструкции должны содержать как можно больше предлагаемых вариантов действий в зависимости от обстановки. Сотрудники должны знать пути эвакуации [4].

Необходимо установить дополнительные противопожарные двери в коридоре, разделив его на участки длиной не более 60 метров. Кроме того, следует отделить дверями с нормируемым пределом огнестойкости групповые ячейки от эвакуационных лестничных клеток. Все механизмы для автоматического закрывания дверей (доводчики) должны находиться в исправном состоянии. Нужно понимать, что при наличии противопожарных преград с требуемым пределом огнестойкости (дымогазонепроницаемости) и оборудовании здания системой противодымной защиты, экстренная эвакуация может потребоваться только для детей, находящихся в непосредственной близости к очагу пожара. На этом направлении стоит сосредоточить основные усилия [4].

В холодное время года вместо верхней одежды необходимо применять одеяла, что сокращает время сбора. Для групп детей младшего возраста требуется определить дополнительных педагогов для оказания помощи в проведении эвакуации. Это должны быть подготовленные люди, не задействованные на других участках эвакуации (например: методист, психолог, медицинская сестра, технический персонал) [4].

Надлежит постоянно следить за изменением условий на путях эвакуации. Из каждой групповой ячейки имеется два эвакуационных выхода. Исходя из реальной обстановки определяется каким из них можно воспользоваться. Следует иметь в виду, чем короче эвакуационный путь, тем ближе безопасная зона [10]. Нужно учитывать, что при выходе людей из разных помещений могут образовываться встречные людские потоки, а это не допустимо. Это особенно актуально для многоэтажных зданий, где по

лестничным клеткам движется большое количество людей. А если обратить внимание, что младшие группы располагаются на первом этаже, а старшие дети (которые быстрее собираются и двигаются в процессе эвакуации) на вышестоящих, то при слиянии двух маршрутов у эвакуационного выхода может образоваться давка. Следует предусмотреть мероприятия, направленные на предотвращение паники. Воспитателям нужно вести себя спокойно и уверенно. При необходимости успокоить детей. Разъяснить им порядок действий. Один из взрослых должен убедиться в отсутствии детей в каждом из помещений групповой ячейки и, во избежание распространения пожара, плотно закрыть окна и двери.

Для каждого дошкольного образовательного учреждения в обязательном порядке требуется разработка чёткого порядка действий для персонала в определённой ситуации. Инструкция должна содержать несколько вариантов событий и алгоритмов процесса эвакуации. Для закрепления навыков необходимо проводить регулярные тренировки с сотрудниками по отработке действий в случае возникновения пожара в здании детского сада [10].

Вывод по третьему разделу.

Проведя анализ пожарной безопасности рассматриваемого объекта защиты установлено, что значительное влияние на своевременность и безопасность эвакуации детей и персонала во время пожара оказывают состояние путей эвакуации и выходов; исправность и правильный алгоритм работы технических средств противопожарной защиты. Всё перечисленное оборудование должно объединяться в одну систему и выполнять свою функцию дополняя друг друга. Элементы системы пожарной сигнализации должны обеспечивать минимальное время обнаружения пожара, исключать ложные срабатывания. Расчетom установлено, что величина индивидуального пожарного риска для людей, находящихся в помещениях объекта защиты, не превышает допустимого значения, установленного Федеральным законом от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический

регламент о требованиях пожарной безопасности» [23]. Определено, что основное влияние на расчетную величину пожарного риска оказывает соответствие требованиям нормативных документов автоматической пожарной сигнализации и оповещения людей о пожаре. Важную роль играет состояние путей эвакуации и выходов. При проведении практического эксперимента установлено, что значительное влияние на время эвакуации оказывает степень подготовки персонала. В холодное время года вместо верхней одежды можно использовать одеяла, это сократит время сбора. Эвакуация возможна в зону безопасности защищённую от возможного воздействия ОФП. Особенно следует отметить организационные мероприятия, а именно обучение и подготовку персонала учреждения к проведению эвакуации. При проведении практического эксперимента установлено, что навыки воспитателей в принятии правильного решения при эвакуации детей являются решающим фактором.

Заключение

В работе рассмотрены теоретические основы эвакуации. Проведён литературный обзор и исследование процесса эвакуации. На примере конкретного объекта проанализирована система пожарной безопасности.

Установлено, что при рассмотрении процесса эвакуации необходимо учитывать конструктивные особенности здания, соответствие эвакуационных выходов предъявляемым к ним требованиям.

Проведя анализ пожарной безопасности рассматриваемого объекта защиты установлено, что значительное влияние на своевременность и безопасность эвакуации детей и персонала во время пожара оказывают состояние путей эвакуации, исправность и правильный алгоритм работы технических средств противопожарной защиты (автоматической пожарной сигнализации, установки оповещения и управления эвакуацией, системы противодымной защиты). Всё перечисленное оборудование должно быть объединено в общую систему и выполнять свою функцию дополняя друг друга. Элементы системы пожарной сигнализации должны быть современными и обеспечивать минимальное время обнаружения пожара, исключать ложные срабатывания. Для сокращения времени обнаружения пожара необходимо применение адресной системы пожарной сигнализации.

В связи с тем, что прибор пожарной сигнализации при срабатывании ручного пожарного извещателя сразу выдаёт команду «Пожар», необходимо включить в инструкцию для персонала учреждения требование об обязательном использовании ИПР при обнаружении пожара.

Расчетом подтверждено, что величина индивидуального пожарного риска для людей, находящихся в помещениях объекта защиты, не превышает допустимого значения, установленного Федеральным законом от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [23]. Следует отметить особую роль организационных мероприятий, а именно обучения и подготовки персонала учреждения к

проведению эвакуации. При проведении практического эксперимента установлено, что навыки воспитателей в принятии правильного решения и действиях при эвакуации детей, при прочих равных условиях, являются решающим фактором. На практике подтверждено, что условиях экстренной эвакуации, следует изменить практику одевания детей в верхнюю одежду в холодное время года, заменив её накидыванием одеял. Эвакуация должна производиться в безопасную зону, защищённую от возможного воздействия ОФП. Для групп детей младшего возраста требуется определить дополнительных педагогов для оказания помощи в проведении эвакуации. Нужно предусмотреть мероприятия, направленные на предотвращение паники. Воспитателям нужно вести себя спокойно и уверенно. При необходимости успокоить детей. Разъяснить им порядок действий.

В результате найденных решений разработаны предложения, позволяющие сократить время обнаружения пожара и ускорить процесс эвакуации детей и персонала из детского сада

Список используемой литературы и используемых источников

1. Беляев С. В. Эвакуация зданий массового назначения. [Электронный ресурс] // М.: Всесоюзная академия архитектуры, 1938 URL: <https://fireevacuationplan.ru/putnews.php?id=74> (дата обращения: 10.05.2021).
2. Брушлинский Н. Н., Глуховенко Ю. М., Клепко Е. А. Динамика пожарных рисков в России в XIX-XXI веках [Электронный ресурс] // Пожаровзрывобезопасность.; 2003.; № 4 URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/dinamika-pozharnyh-riskov-v-rossii-v-xix-xxi-vekah/viewer> (дата обращения: 10.05.2021).
3. Брушлинский Н. Н., Соколов С. В., Вагнер П. Проблемы пожаров в мире в начале XXI столетия [Электронный ресурс] // Пожаровзрывобезопасность.; 2004.; № 1 URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problema-pozharov-v-mire-v-nachale-xxi-stoletiya/viewer> (дата обращения: 10.05.2021).
4. Бунин А.Н. Необходимость подготовки персонала детского сада к действиям по эвакуации в случае пожара [Электронный ресурс] // Меридиан 2021 № 4 (57) URL: <http://meridian-journal.ru/site/article?id=5050> (дата обращения: 10.05.2021).
5. ГОСТ 12.1.004-91* Пожарная безопасность. Общие требования. [Электронный ресурс] URL: <https://docs.cntd.ru/document/9051953> (дата обращения: 10.05.2021).
6. ГОСТ Р 53325-2012 Национальный стандарт Российской Федерации. Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования и методы испытаний. [Электронный ресурс]: в редакции изменений № 3, утвержденных и введенных в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 19.12.2019 N 1422-ст URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200102066?marker> (дата обращения: 06.05.2021).

7. Методика определения расчетных величин пожарного риска [Электронный ресурс]: утверждена приказом МЧС России от 30.06.2009 № 382 (в ред. от 02.12.2015) URL: <https://docs.cntd.ru/document/902167776> (дата обращения: 10.05.2021).

8. Милинский А. И. Исследование процесса эвакуации зданий массового назначения [Электронный ресурс]: Дис. - канд. техн. наук. - М.: МИСИ, 1951 URL: <https://www.dissercat.com/content/metodologicheskie-osnovy-normirovaniya-bezopasnoi-evakuatsii-lyudei-iz-zdaniy-pri-pozhare> (дата обращения: 10.05.2021).

9. О пожарной безопасности [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 21 декабря 1994 года №69-ФЗ (ред. от 29.07.2018). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5438/ (дата обращения: 10.05.2021).

10. Организация тренировок по эвакуации персонала предприятий и учреждений при пожаре и иных чрезвычайных ситуациях [Электронный ресурс]: методические рекомендации от 4 сентября 2007 года № 1-4-60-10-19 <https://docs.cntd.ru/document/499005837> (дата обращения: 10.05.2021).

11. Правила противопожарного режима в Российской Федерации [Электронный ресурс]: утверждены постановлением Правительства Российской Федерации от 16 сентября 2020 г. № 1479 URL: <https://docs.cntd.ru/document/565837297> (дата обращения: 10.05.2021).

12. Программный комплекс «FireCat», зарегистрированный в Фонде алгоритмов для ЭВМ МЧС России в области обеспечения пожарной безопасности [Электронный ресурс]: регистрационное свидетельство № 02.0004.01 от 21 ноября 2018 г. URL: <http://book.lib-i.ru/25raznoe/212440-1-firecat-programmniy-kompleks-dlya-rascheta-individualnogo-pozharnogo-riska-wwwpyrosimr.php> ((дата обращения: 10.05.2021).

13. СП 1.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы» [Электронный ресурс]: утверждены

приказом МЧС России от 19.03.2020 № 194 URL: <https://docs.cntd.ru/document/565248961> (дата обращения: 10.05.2021).

14. СП 11.13130.2009 Свод правил «Места дислокации подразделений пожарной охраны. Порядок и методика определения» [Электронный ресурс]: введен приказом МЧС России от 19 ноября 2008 года № 858. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200071155> (дата обращения: 10.05.2021).

15. СП 112.13330.2011 Пожарная безопасность зданий и сооружений [Электронный ресурс]: URL: <https://www.dokipedia.ru/document/5344937> (дата обращения: 10.05.2021).

16. СП 3.13130.2009 Свод правил «Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности» [Электронный ресурс]: введен приказом МЧС России от 25 марта 2009 г. № 173. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200071145> (дата обращения: 06.05.2021).

17. СП 4.13130.2013 Свод правил «Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям» [Электронный ресурс]: введен приказом МЧС России от 24 апреля 2013 года № 288. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200101593> (дата обращения: 06.05.2021).

18. СП 484.1311500.2020 Свод Правил «Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования» [Электронный ресурс]: введен приказом МЧС России от 31 июля 2020 г. № 582. URL: <https://docs.cntd.ru/document/566249686> (дата обращения: 10.05.2021).

19. СП 485.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования» [Электронный ресурс]: введен приказом МЧС России от 31

августа 2020 г. № 628. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573004280> (дата обращения: 10.05.2021).

20. СП 486.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и системами пожарной сигнализации. Нормы и правила проектирования» [Электронный ресурс]: введен приказом МЧС России от 20 июля 2020 г. № 539. URL: <https://docs.cntd.ru/document/566348486> (дата обращения: 10.05.2021).

21. СП 7.13130.2013 Свод правил «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности» [Электронный ресурс]: введен приказом МЧС России от 21 февраля 2013 года № 116. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200098833> (дата обращения: 10.05.2021).

22. Терещнев В.В. Справочник руководителя тушения пожара. Тактические возможности пожарных подразделений. [Электронный ресурс]: М.: Пожкнига, 2004 г. – 256 с. URL: <https://docplayer.ru/27019806-Spravochnik-rukovoditelya-tusheniya-pozhara.html> (дата обращения: 10.05.2021).

23. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 28.07.2008 № 123 (ред. от 29.07.2017) URL: <https://docs.cntd.ru/document/902111644> (дата обращения: 06.05.2021).

24. Уилмот Т., Пэйш Т. Ужасающие показатели смертности при пожарах в восточной Европе [Электронный ресурс]:// Пожаровзрывобезопасность.; 2003.; № 1 URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/uzhasayuschie-pokazateli-smertnosti-pri-pozharah-v-vostochnoy-evrope/viewer> (дата обращения: 10.05.2021).

25. Холщевников В. В., Самошин Д. А. «Эвакуация и поведение людей при пожарах» [Электронный ресурс]: Учеб. пособие.; М.: Академия ГПС МЧС России, 2009.; 212 с. URL: https://krymgun.ru/images/Evakuatsia_i_povedenie_lyudey_pri_pozharakh_Ucheb_poe_posobie.pdf (дата обращения: 10.05.2021).

26. Carmark B. I. Human Behavior in Fire [Электронный ресурс] Journal Fire and Flammability. - 1976. - Vol. 7.— № 10. https://www.nist.gov/system/files/documents/2017/05/09/3Brand_R0100875_Evacuation_Safety.pdf (дата обращения: 10.05.2021).
27. ISO 8201:1987. Acoustic-Audible emergency evacuation signal. [Электронный ресурс] International Standard Organisation, 2013 URL: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:8201:ed-1:v1:en> (дата обращения: 10.05.2021).
28. Langdon Thomas J. Fire Safety in Buildings; principles and practice. [Электронный ресурс]: <https://arch.neicon.ru/xmlui/handle/123456789/3050866> (дата обращения: 10.05.2021).
29. Nosuki M. Fire protection of multi-storey buildings and building codes [Электронный ресурс]: <https://cwc.ca/wp-content/uploads/publications-FireSafetyDesign-s.pdf> (дата обращения: 10.05.2021).
30. Quarantelli E. L. Panic Behaviour: Some Empirical Observations // Disaster Research Center. Ohio State University. July, 1975. (дата обращения: 10.05.2021).

Приложение А

Геометрические параметры дверей

Таблица А1 - Геометрические параметры дверей

Этаж	Наименование двери	Ширина двери, м
Этаж -3,0 m	выход 10	1,15
	выход 2	1,20
	выход 7	1,40
	Дверь49	1,40
	Лестница10 дверь 1	1,10
	Лестница15 дверь 1	1,10
	Лестница24 дверь 1	1,00
Этаж 0,0 m	выход 1	1,10
	выход 11	1,15
	выход 12	0,73
	выход 13	0,76
	выход 14	0,75
	выход 15.1 с лестн 3-го типа	1,00
	выход 16 с лестн 3-го типа	1,00
	выход 3	1,18
	выход 4	1,29
	выход 5.1	0,99
	выход 5.2	1,00
	выход 6	1,18
	выход 8	1,18
	выход 9	0,85
	выход со 2 этажа	1,48
	Дверь 01	1,23
	Дверь 02	0,76
	Дверь 03	0,75
	Дверь 04	0,72
	Дверь 05	1,18
	Дверь 06	1,18
	Дверь 07	1,15
	Дверь 10	1,15
	Дверь100	0,90
	Дверь101	0,87
	Дверь102	0,89
	Дверь 103	1,31
	Дверь 104	1,15
	Дверь 108	0,80
	Дверь 11	1,13
	Дверь 12	0,75
	Дверь 13	0,76
	Дверь 14	0,75
	Дверь 15	1,18
	Дверь 16	1,13
	Дверь 17	1,22

Продолжение таблицы А1

Этаж 0,0 м	Дверь 18	1,14
	Дверь 20	0,75
	Дверь 23	0,75
	Дверь 24	0,76
	Дверь 25	0,75
	Дверь 26	0,73
	Дверь 27	0,73
	Дверь 28	0,75
	Дверь 29	1,15
	Дверь 30	1,30
	Дверь 31	1,30
	Дверь 34	1,14
	Дверь 35	1,14
	Дверь 37	1,14
	Дверь 38	1,35
	Дверь 39	1,17
	Дверь 40	1,49
	Дверь 41	0,74
	Дверь 42	0,74
	Дверь 43	0,73
	Дверь 44	1,21
	Дверь 45	1,06
	Дверь 46	1,30
	Дверь 47	1,14
	Дверь 50	1,14
	Дверь 51	1,33
	Дверь 52	0,74
	Дверь 53	0,71
	Дверь 54	0,74
	Дверь 55	0,75
	Дверь 56	1,21
	Дверь 57	1,15
	Дверь 59	1,01
	Дверь 60	1,24
	Дверь 61	0,76
	Дверь 62	0,75
	Дверь 63	0,97
	Дверь 64	1,14
	Дверь 65	0,87
	Дверь 68	0,91
	Дверь 69	1,12
	Дверь 70	0,84
	Дверь 71	0,75
	Дверь 72	0,75
	Дверь 75	0,93
	Дверь 76	1,29
	Дверь 77	1,42
	Дверь 78	1,16
	Дверь 79	1,14
	Дверь 81	0,74

Продолжение таблицы А1

Этаж 0,0 m	Дверь 82	0,73
	Дверь 83	0,76
	Дверь 84	0,83
	Дверь 85	0,74
	Дверь 86	0,75
	Дверь 87	0,74
	Дверь 88	1,15
	Дверь 89	1,15
	Дверь 90	0,76
	Дверь 91	0,71
	Дверь 92	0,79
	Дверь 93	0,79
	Дверь 94	1,07
	Дверь 95	0,86
	Дверь 96	0,85
	Дверь 97	1,35
	Дверь 98	0,92
	Дверь 99	0,87
	Лестница03 дверь 1	1,10
	Лестница03 дверь 2	1,10
	Лестница04 дверь 1	1,10
	Лестница06 дверь 1	1,10
	Лестница06 дверь 2	1,10
	Лестница07 дверь 1	1,10
	Лестница08 дверь 1	1,10
	Лестница08 дверь 2	1,10
	Лестница09 дверь 1	1,10
	Лестница10 дверь 2	1,10
	Лестница11 дверь 1	1,10
	Лестница11 дверь 2	1,10
	Лестница12 дверь 1	1,10
	Лестница13 дверь 1	1,10
	Лестница13 дверь 2	1,10
	Лестница14 дверь 1	1,10
	Лестница15 дверь 2	1,10
	Лестница16 дверь 1	1,10
	Лестница16 дверь 2	1,10
	Лестница17 дверь 1	1,10
	Лестница20 дверь 1	1,00
	Лестница20 дверь 2	1,00
	Лестница21 дверь 1	1,00
	Лестница22 дверь 1	1,00
	Лестница22 дверь 2	1,00
	Лестница23 дверь 1	1,00
	Лестница24 дверь 2	1,00
Этаж 3,0 m	выход 15	1,15
	выход 16	1,10
	Дверь 109	1,13
	Дверь 110	0,72
	Дверь 111	0,73

Продолжение таблицы А1

Этаж 3,0 м	Дверь 112	0,74
	Дверь 113	1,30
	Дверь 115	1,33
	Дверь 116	1,10
	Дверь 118	1,19
	Дверь 119	0,74
	Дверь 124	1,15
	Дверь 125	1,20
	Дверь 126	1,17
	Дверь 132	1,29
	Дверь 133	1,15
	Дверь 134	0,75
	Дверь 135	0,74
	Дверь 136	0,82
	Дверь 138	1,12
	Дверь 142	1,20
	Дверь 143	1,15
	Дверь 144	1,19
	Дверь 145	0,82
	Дверь 146	0,75
	Дверь 147	0,75
	Дверь 148	1,15
	Дверь 149	1,15
	Дверь 150	0,71
	Дверь 151	1,21
	Дверь 152	1,13
	Дверь 153	1,15
	Дверь 155	1,28
	Дверь 156	0,81
	Дверь 157	1,22
	Дверь 158	0,73
	Дверь 159	0,73
	Дверь 160	1,28
	Дверь 161	1,18
	Дверь 162	1,13
	Дверь 163	1,42
	Дверь 164	1,34
	Дверь 165	1,13
	Дверь 166	1,18
	Дверь 167	1,15
	Дверь 168	1,26
	Дверь 169	1,07
	Дверь 170	0,73
	Дверь 171	0,74
	Дверь 172	0,73
	Дверь 173	0,91
	Дверь 174	0,86
	Дверь 176	0,98
	Дверь 177	0,91
	Дверь 178	0,92
	Дверь 179	0,93

Продолжение таблицы А1

Этаж 3,0 м	Дверь 180	1,15
	Дверь 181	1,18
	Дверь 182	1,22
	Дверь 183	1,15
	Дверь 184	1,18
	Дверь 185	1,18
	Дверь 187	1,17
	Дверь 188	0,73
	Дверь 189	0,73
	Дверь 190	1,20
	Дверь 192	1,16
	Дверь 193	1,14
	Дверь 198	3,00
	Лестница04 дверь 2	1,10
	Лестница07 дверь 2	1,10
	Лестница09 дверь 2	1,10
	Лестница12 дверь 2	1,10
	Лестница14 дверь 2	1,10
	Лестница17 дверь 2	1,10
	Лестница21 дверь 2	1,00
	Лестница23 дверь 2	1,00

Приложение Б
Расчет пожарного риска. Сценарий 1

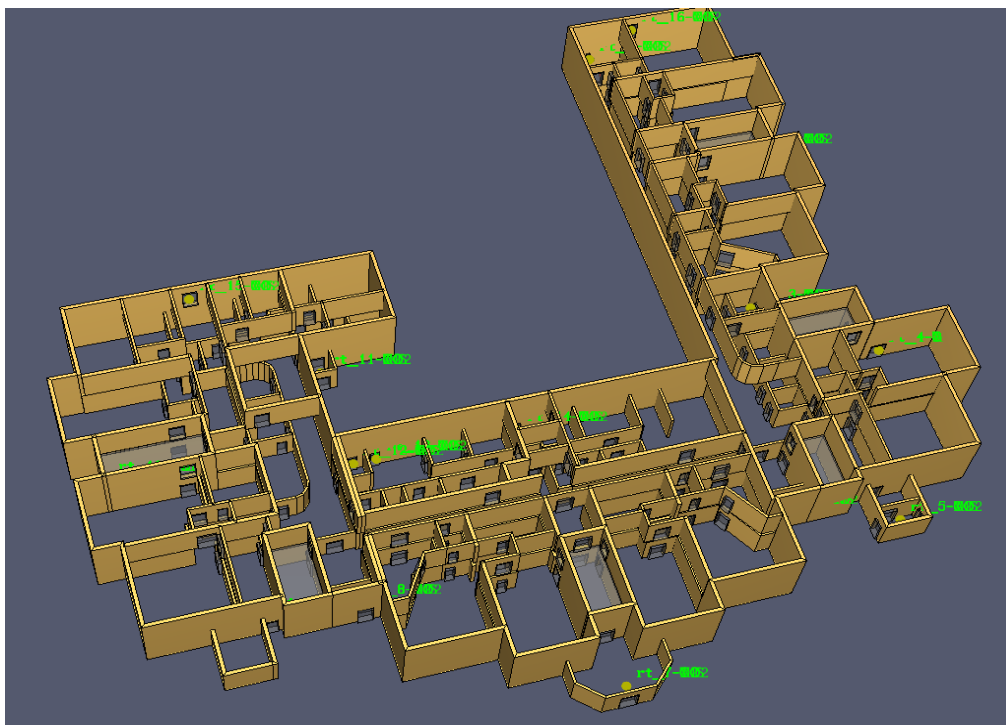


Рисунок Б1 – Общий вид модели (перекрытия прозрачные)

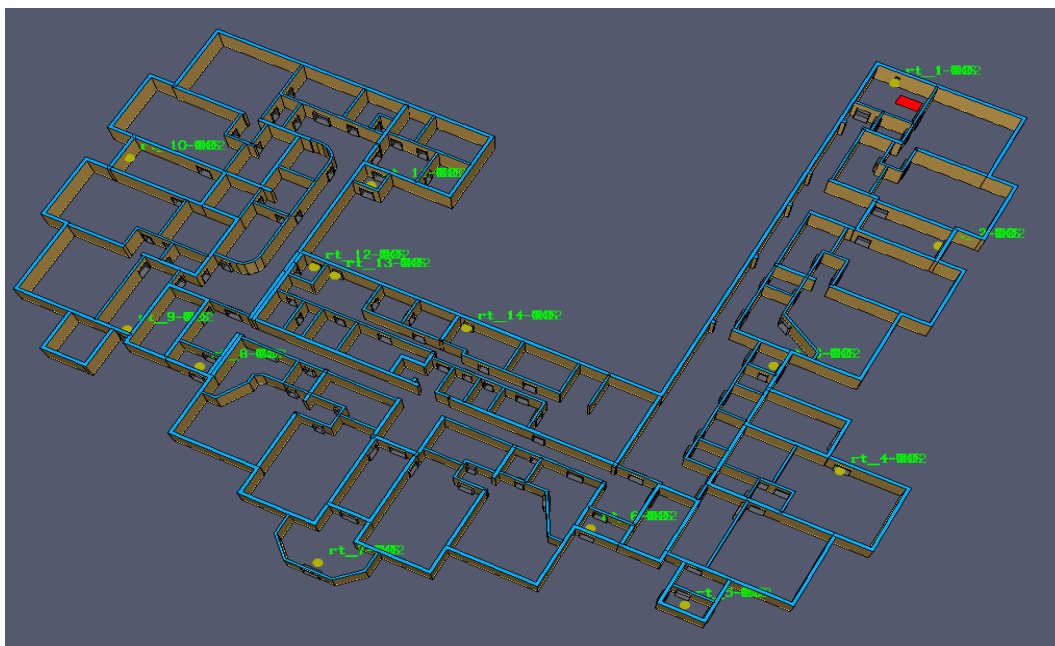


Рисунок Б2 – Модель 1-го этажа с очагом пожара

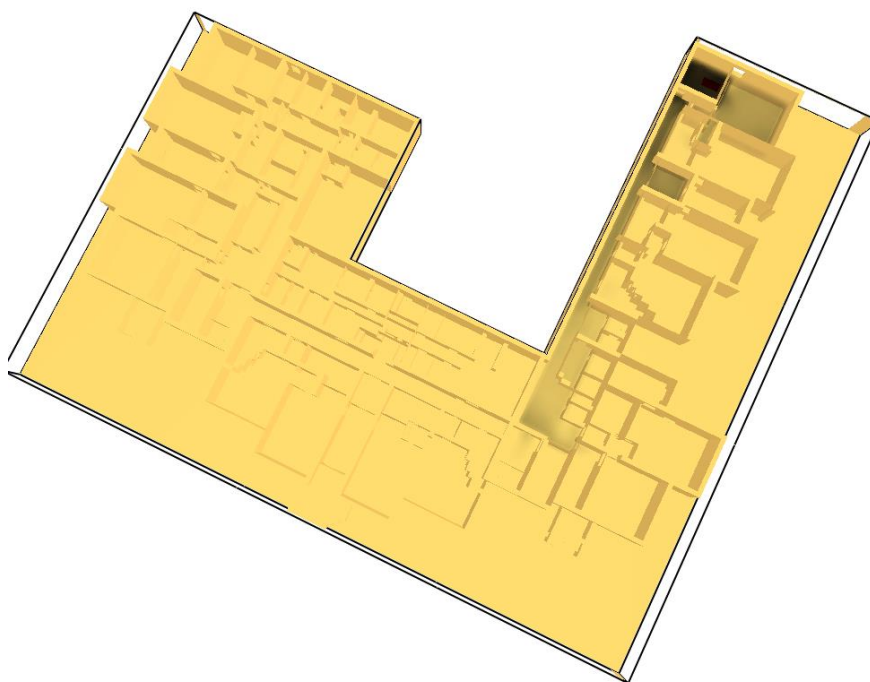


Рисунок Б3 – Распространение дыма по объему здания в момент времени, равный 70 с от начала возгорания

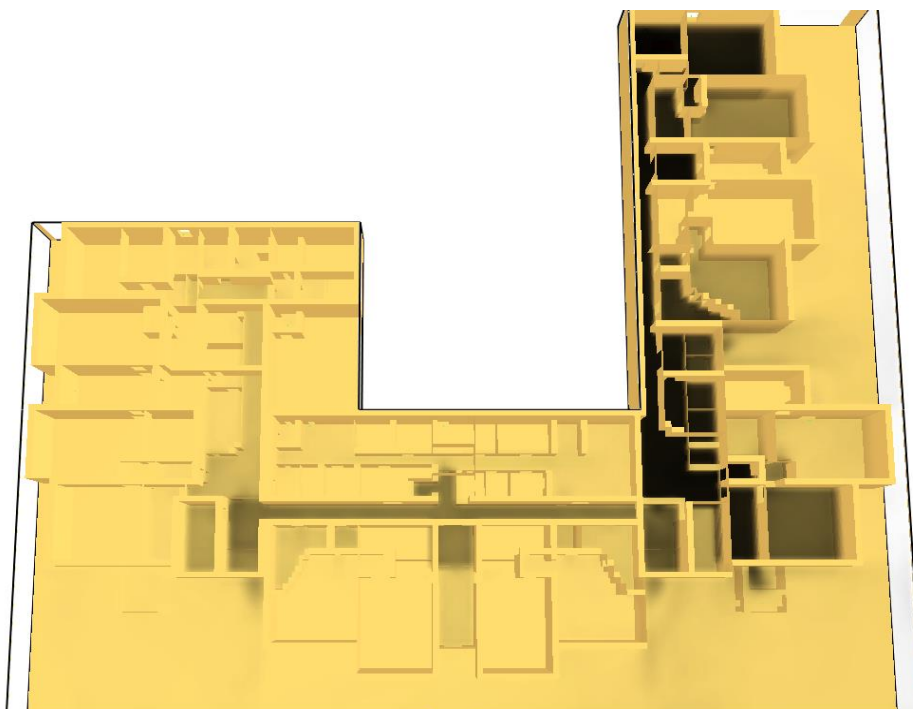


Рисунок Б4 – Распространение дыма по объему здания в момент времени, равный 600 с от начала возгорания

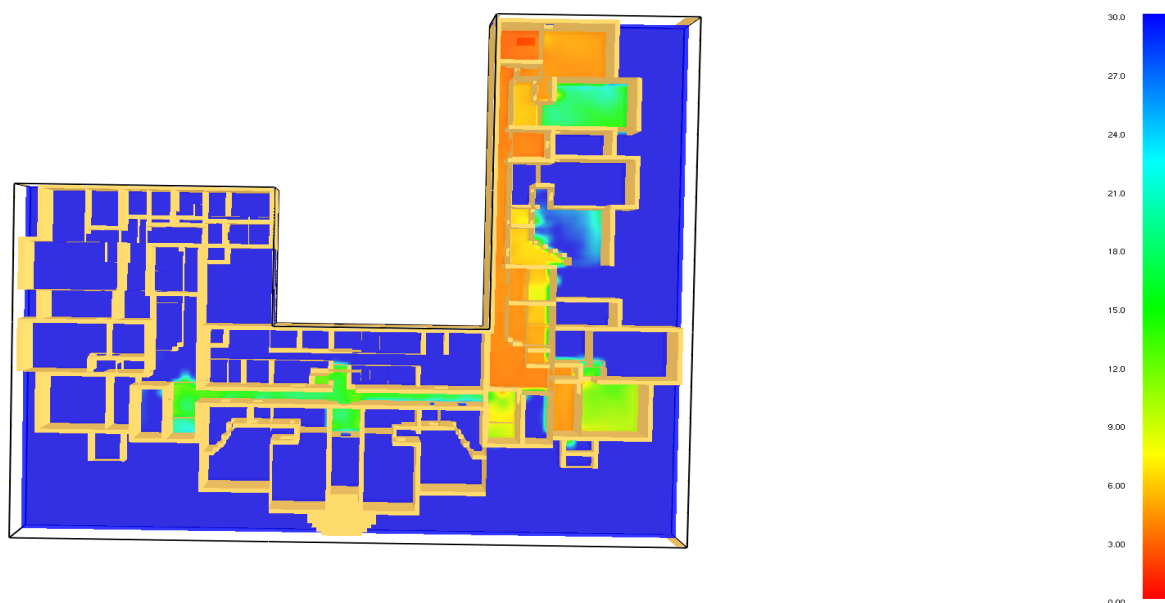


Рисунок Б5 – Поле распространения ОФП по потере видимости на высоте 1.7 м от уровня пола 1-го этажа в момент времени, равный 600 с от начала возгорания

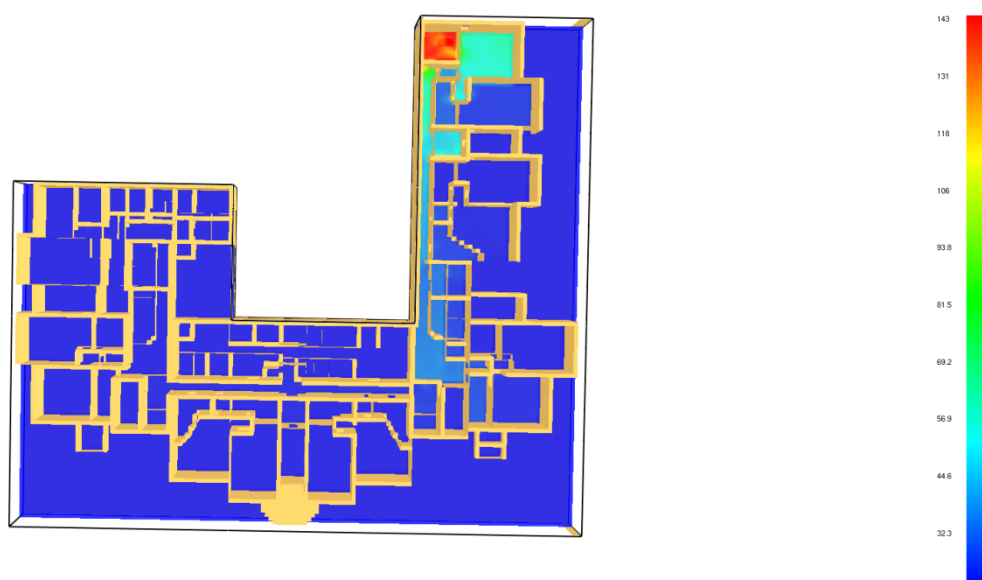


Рисунок Б6 - Поле распространения ОФП по температуре на высоте 1.7 м от уровня пола 1-го этажа в момент времени, равный 600 с от начала возгорания

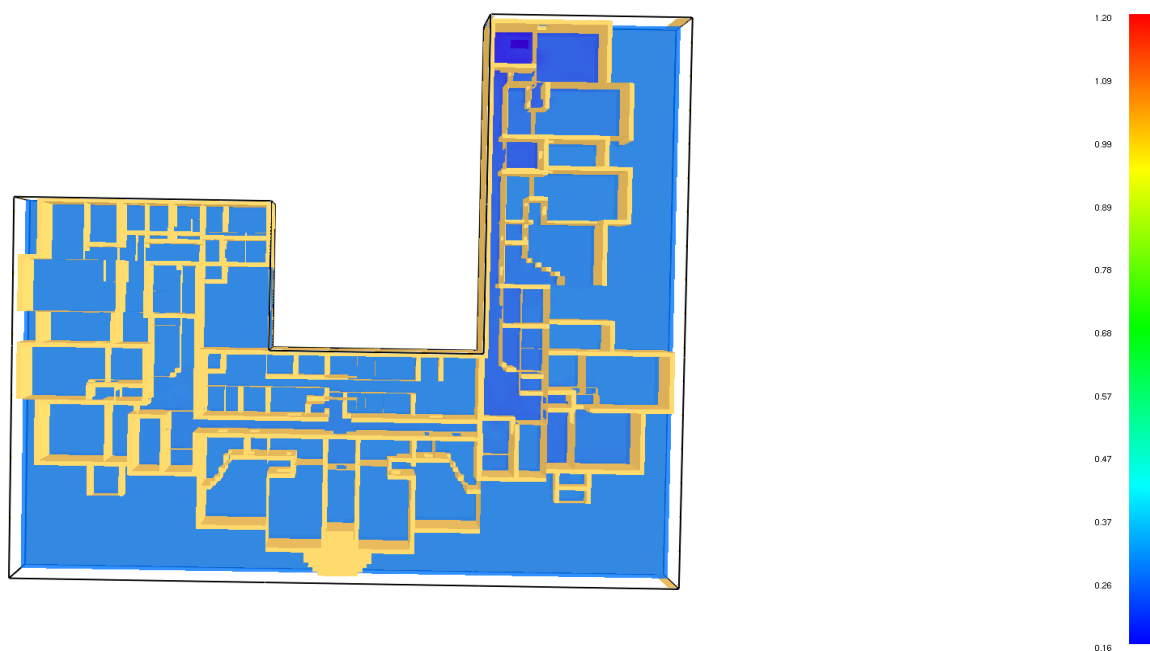


Рисунок Б7 – Поле распространения ОФП по содержанию O₂ на высоте 1.7 м от уровня пола 1-го этажа в момент времени, равный 600 с от начала возгорания

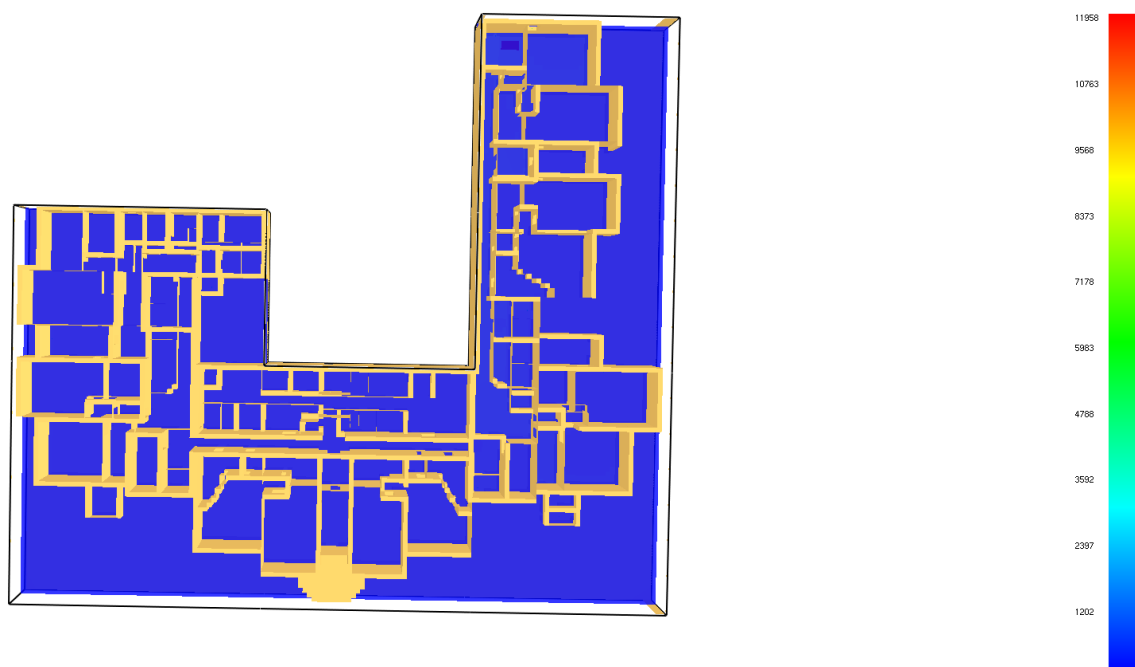


Рисунок Б8 – Поле распространения ОФП по содержанию CO₂ на высоте 1.7 м от уровня пола 1-го этажа в момент времени, равный 600 с от начала возгорания

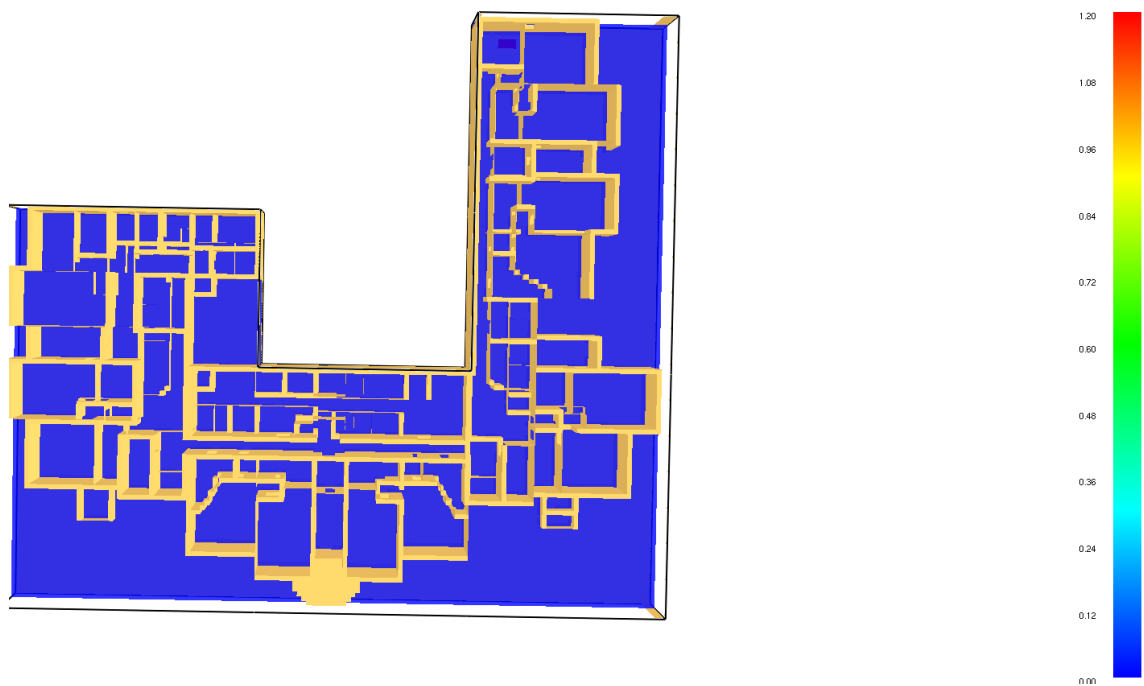


Рисунок Б9 – Поле распространения ОФП по содержанию СО на высоте 1.7 м от уровня пола 1-го этажа в момент времени, равный 600 с от начала возгорания

Приложение В

Расчет пожарного риска. Сценарий 2

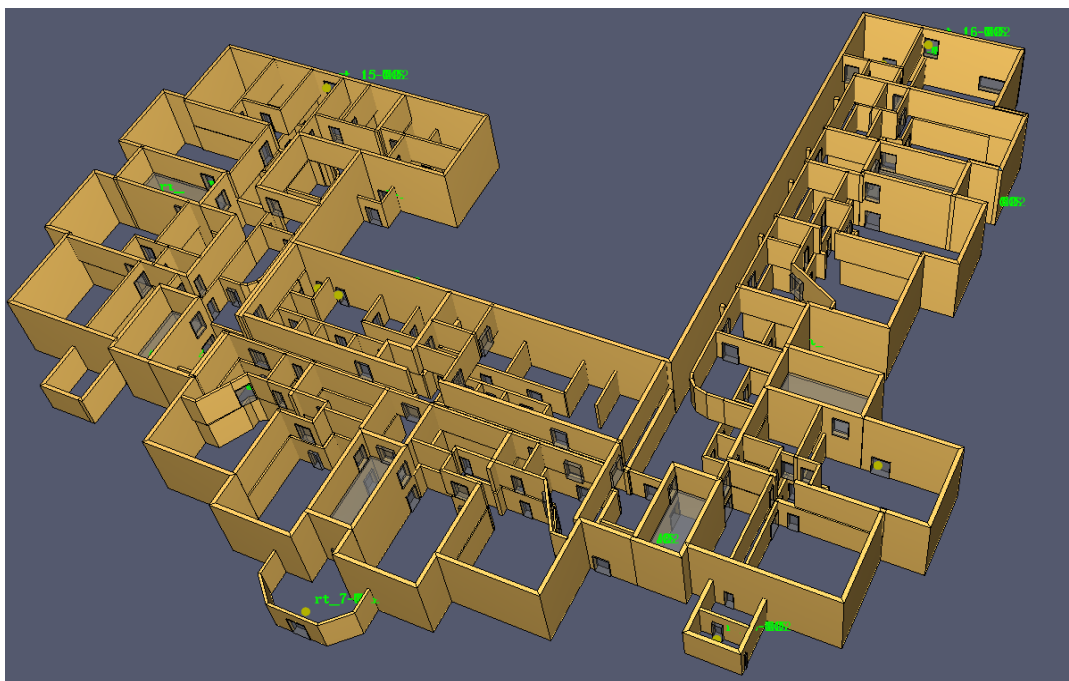


Рисунок В1 – Общий вид модели (перекрытия прозрачные)

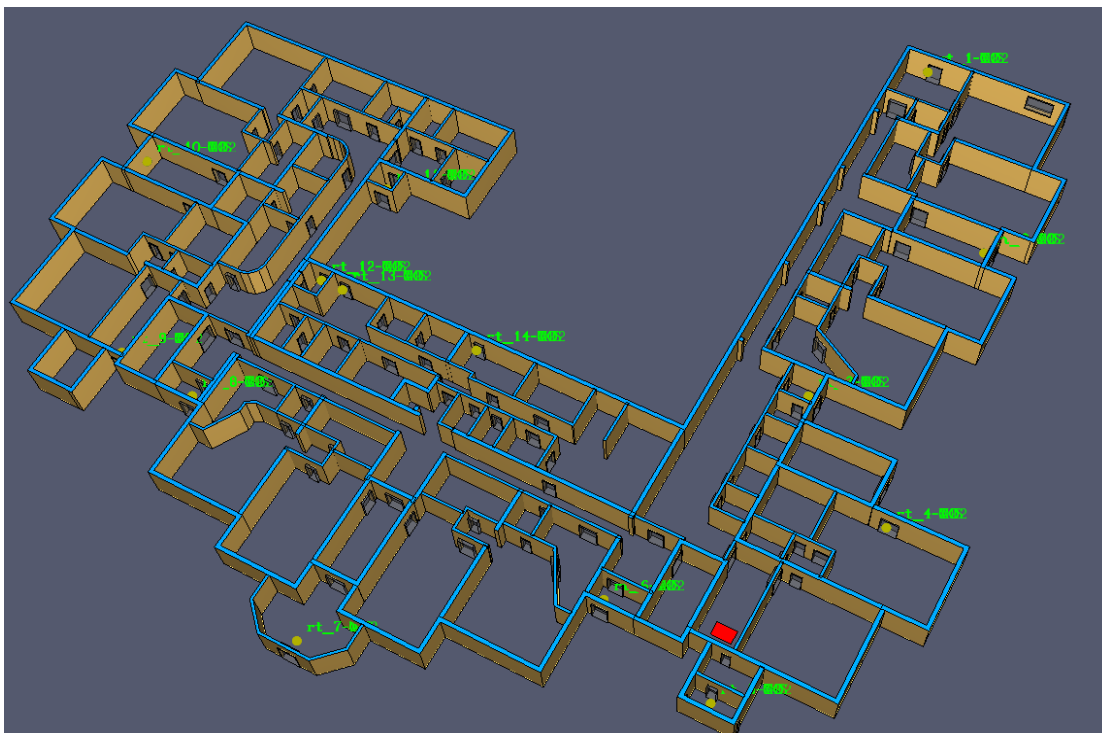


Рисунок В2 – Модель 1-го этажа с очагом пожара

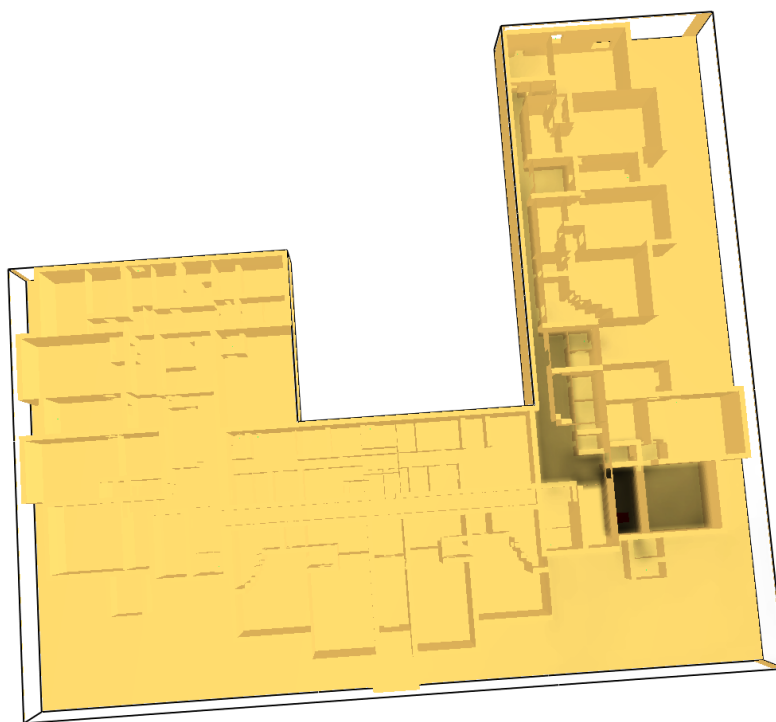


Рисунок В3 – Распространение дыма по объему здания в момент времени, равный 100 с от начала возгорания

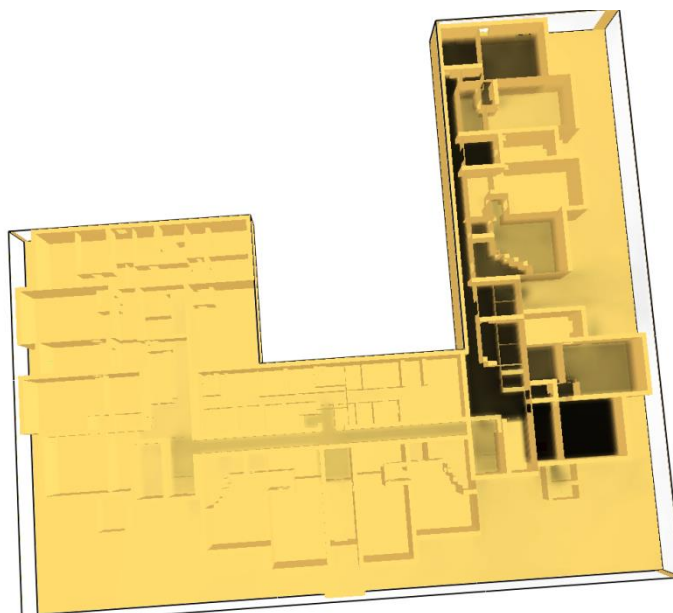


Рисунок В4 – Распространение дыма по объему здания в момент времени, равный 600 с от начала возгорания



Рисунок В5 – Поле распространения ОФП по потере видимости на высоте 1.7 м от уровня пола 1-го этажа в момент времени, равный 600 с от начала возгорания

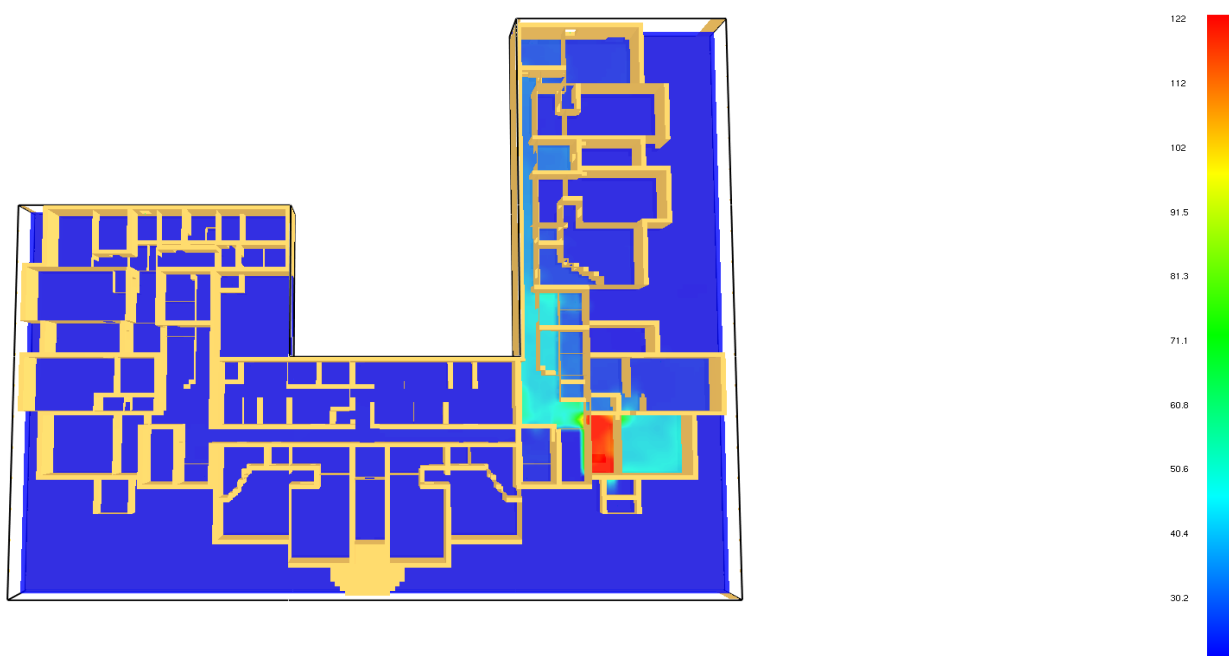


Рисунок В6 – Поле распространения ОФП по температуре на высоте 1.7 м от уровня пола 1-го этажа в момент времени, равный 600 с от начала возгорания

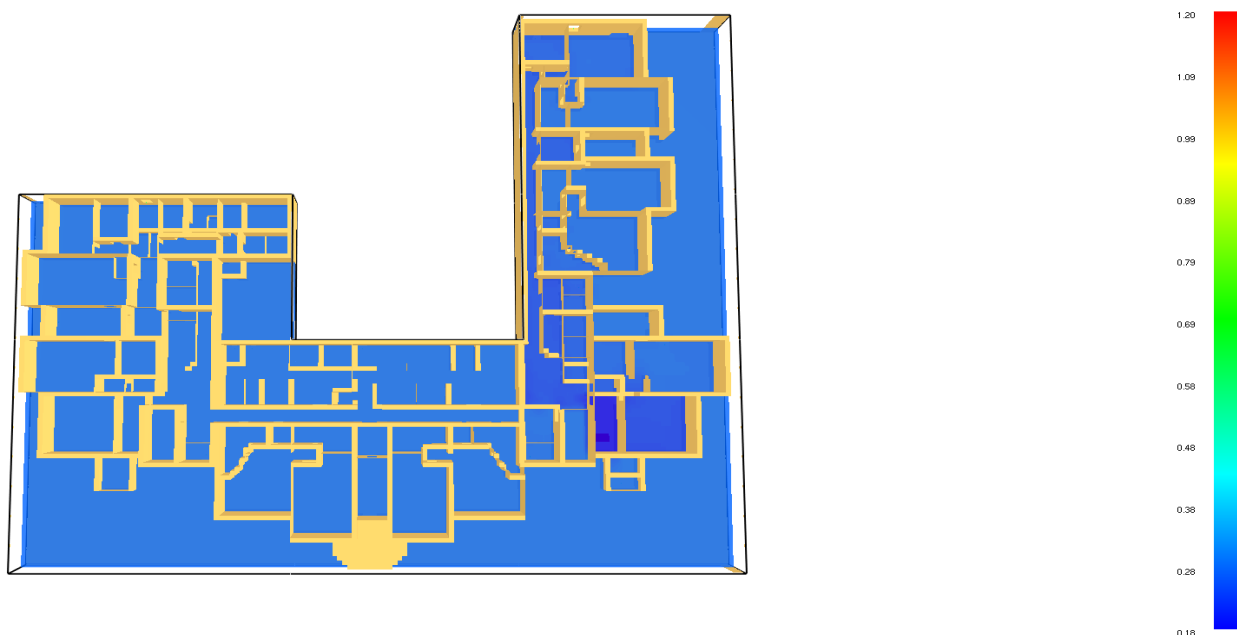


Рисунок В7 – Поле распространения ОФП по содержанию O2 на высоте 1.7 м от уровня пола 1-го этажа в момент времени, равный 600 с от начала возгорания

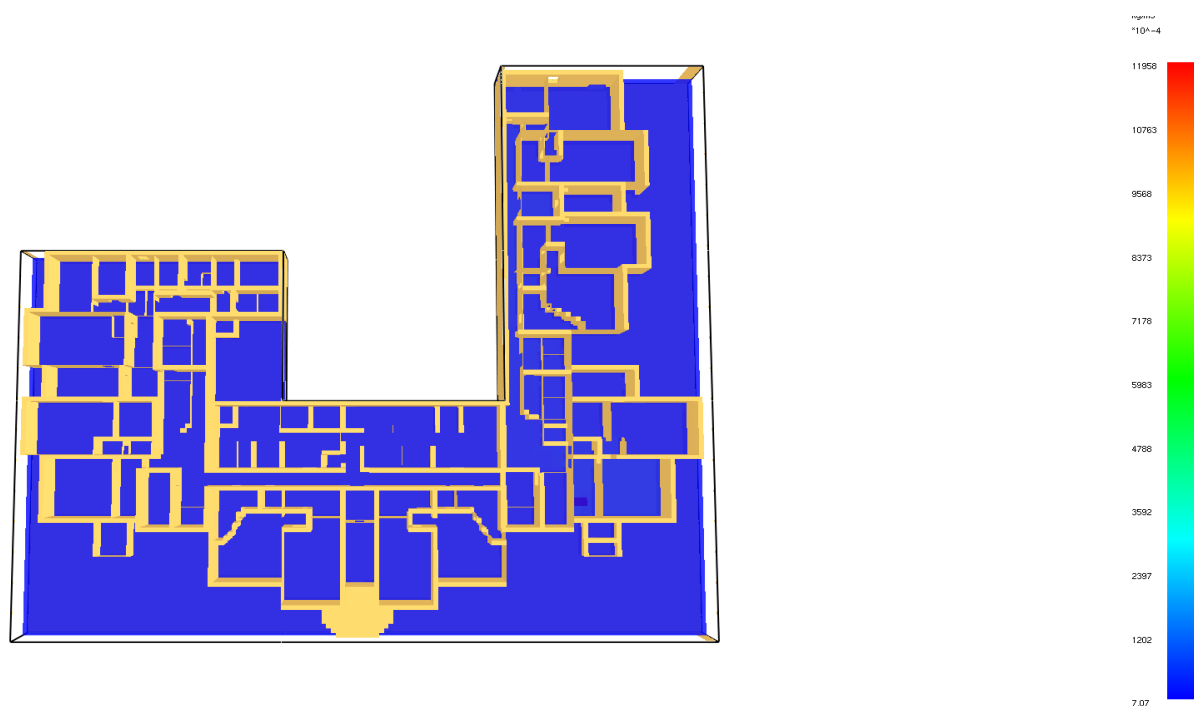


Рисунок В8 – Поле распространения ОФП по содержанию CO_2 на высоте 1.7 м от уровня пола 1-го этажа в момент времени, равный 600 с от начала возгорания

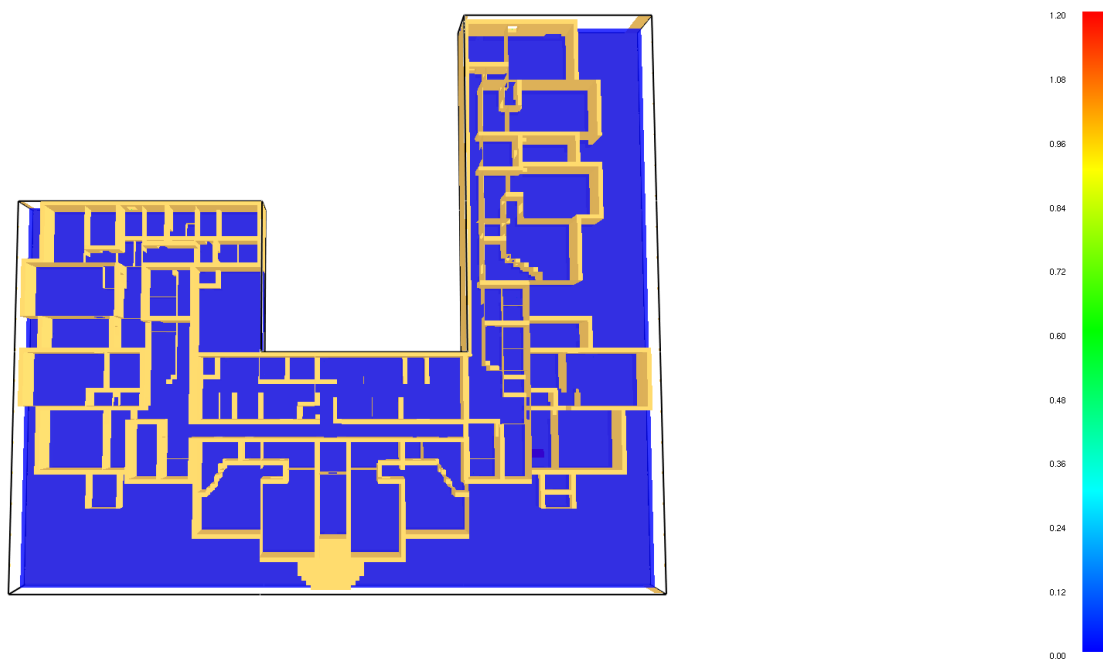


Рисунок В9 – Поле распространения ОФП по содержанию CO на высоте 1.7 м от уровня пола 1-го этажа в момент времени, равный 600 с от начала возгорания

Приложение Г

Расчет пожарного риска. Сценарий 3

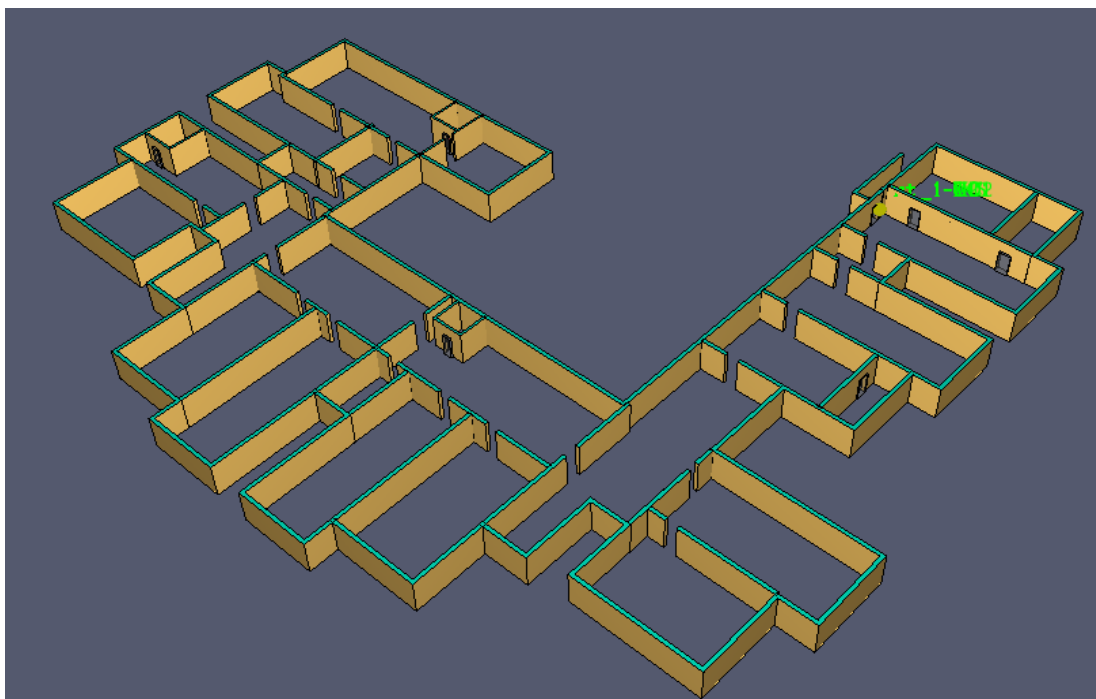


Рисунок Г1 – Общий вид модели (перекрытия прозрачные)



Рисунок Г2 – Очаг пожара

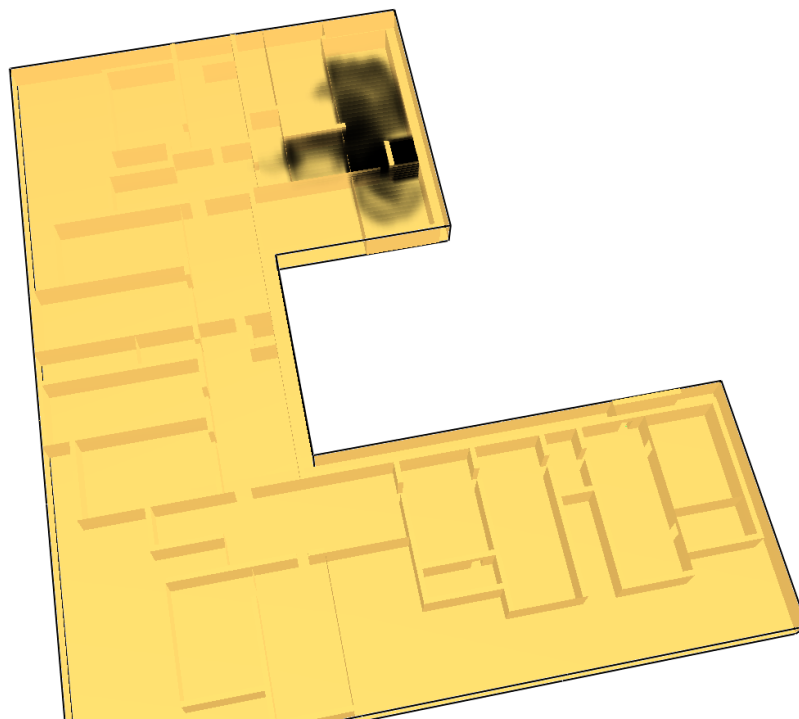


Рисунок Г3 – Распространение дыма в момент времени, равный 40 с от начала возгорания

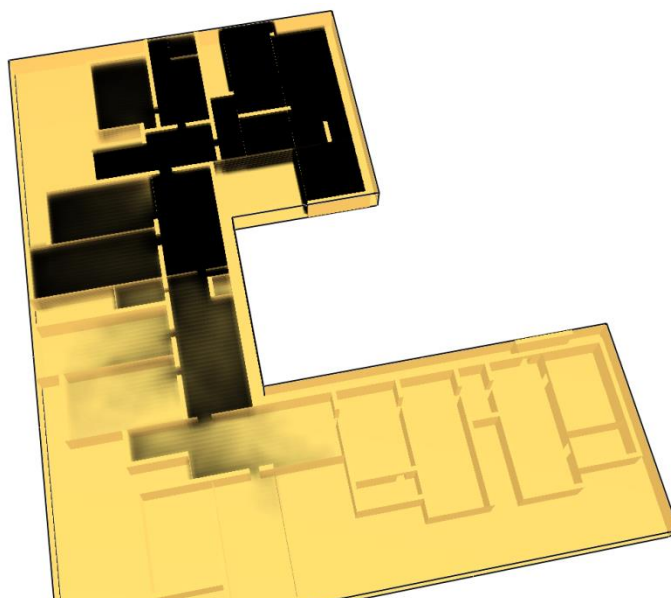


Рисунок Г4 – Распространение дыма в момент времени, равный 300 с от начала возгорания

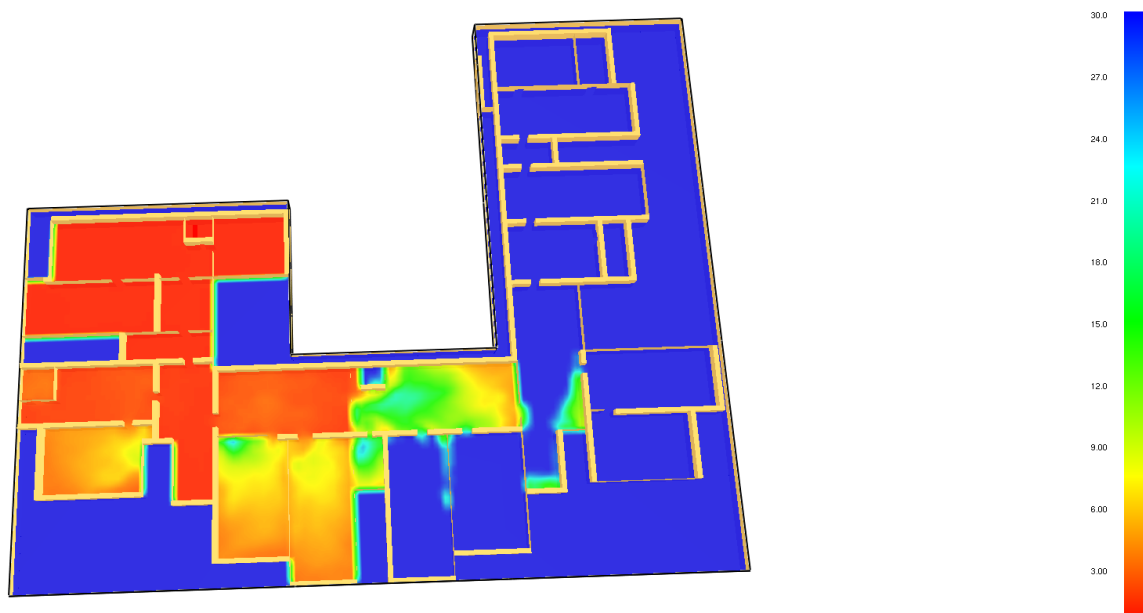


Рисунок Г5 – Поле распространения ОФП по потере видимости на высоте 1.7 м от уровня пола в момент времени, равный 300 с от начала возгорания

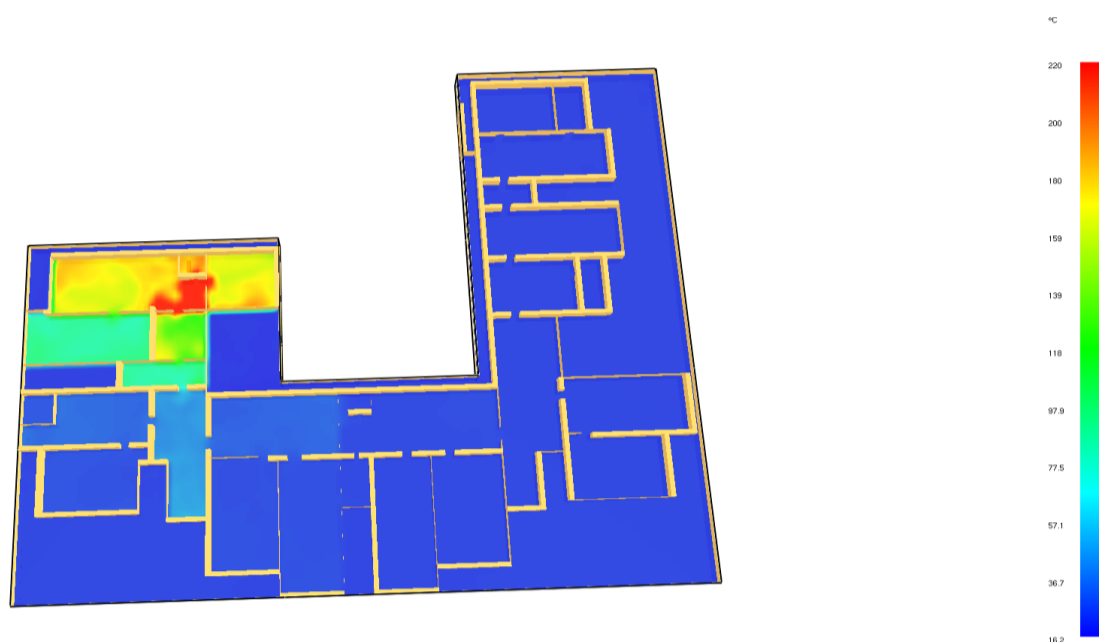


Рисунок Г6 – Поле распространения ОФП по температуре на высоте 1.7 м от уровня пола в момент времени, равный 300 с от начала возгорания

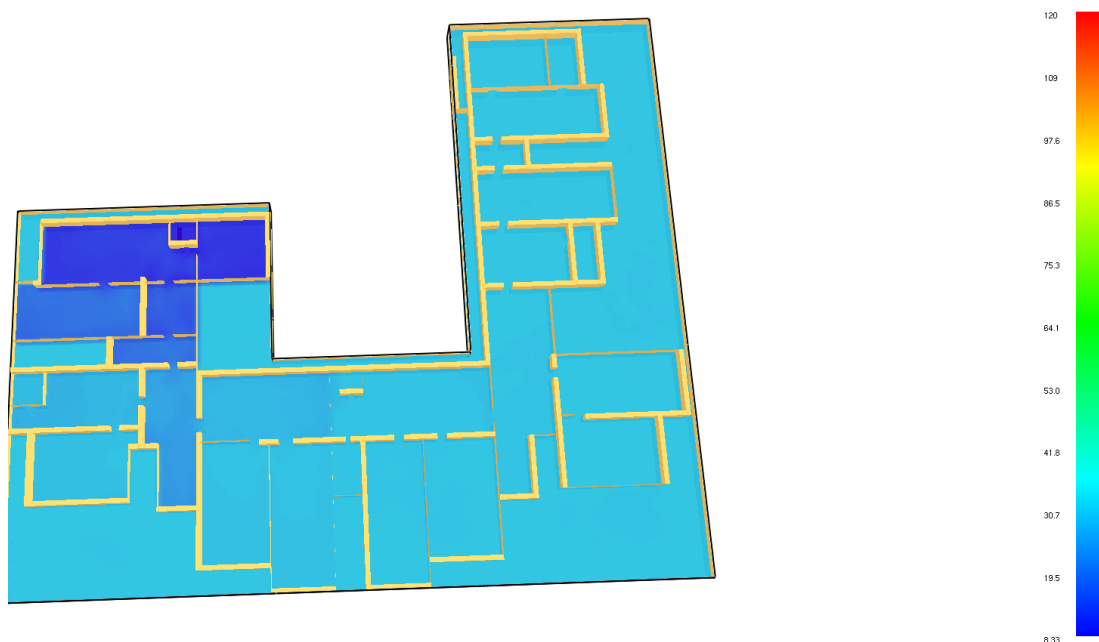


Рисунок Г7 – Поле распространения ОФП по содержанию O_2 на высоте 1.7 м от уровня пола в момент времени, равный 300 с от начала возгорания



Рисунок Г8 – Поле распространения ОФП по содержанию CO_2 на высоте 1.7 м от уровня пола в момент времени, равный 300 с от начала возгорания

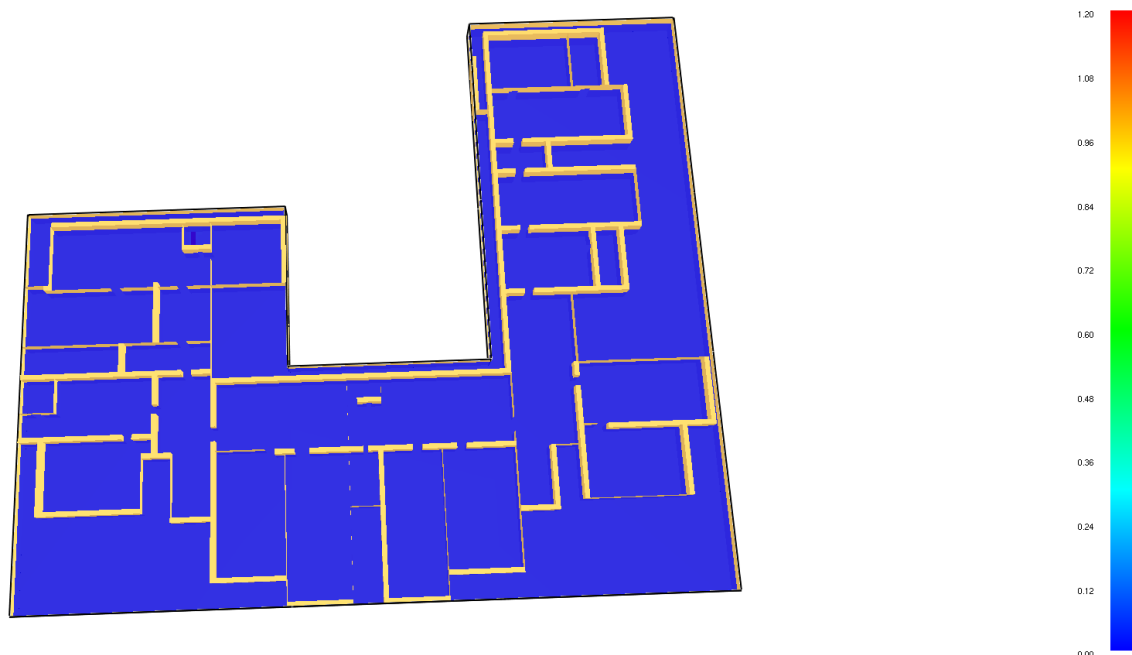


Рисунок Г9 – Поле распространения ОФП по содержанию СО на высоте 1.7 м от уровня пола в момент времени, равный 300 с от начала возгорания

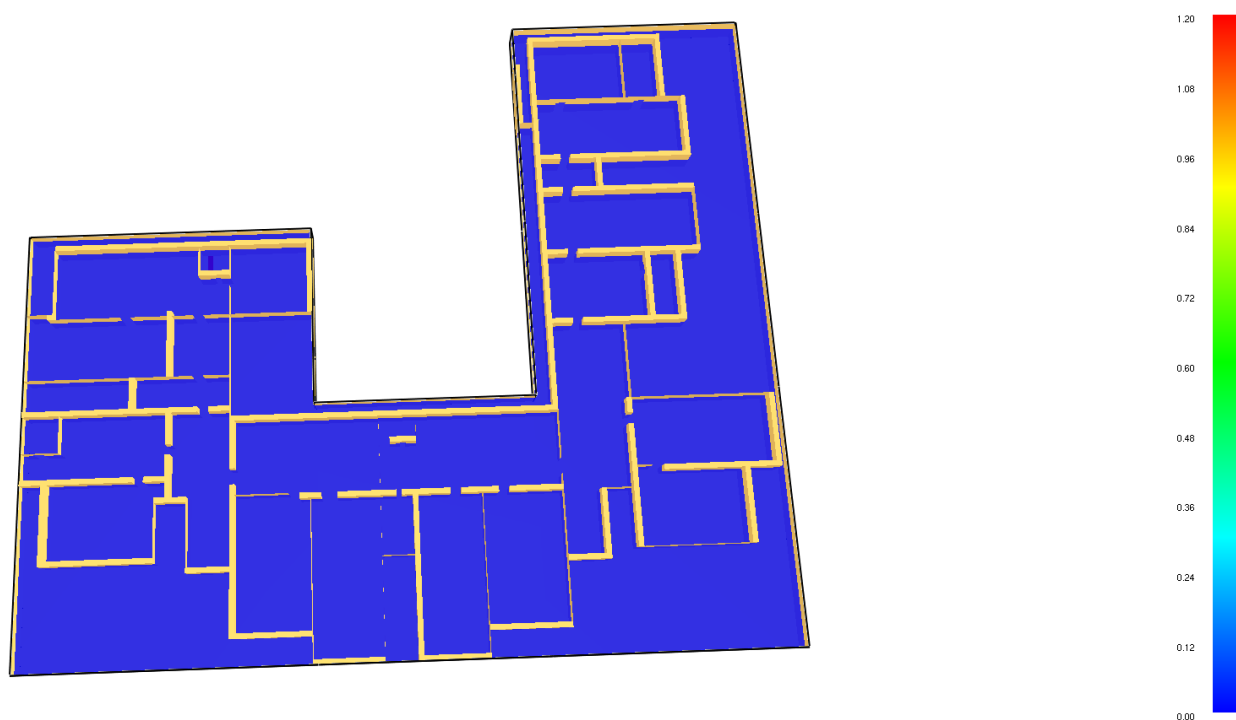


Рисунок Г10 – Поле распространения ОФП по содержанию HCL на высоте 1.7 м от уровня пола в момент времени, равный 300 с от начала возгорания