

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Южно-Уральский государственный университет  
(национальный исследовательский университет)»  
Политехнический институт  
Факультет «Механико-технологический»  
Кафедра «Безопасность жизнедеятельности»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ  
Заведующий кафедрой БЖД

\_\_\_\_\_ / А.И. Сидоров /

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

Анализ риска пожарной опасности в МДОУ  
«Детский сад № 55 г. Челябинска»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
ЮУрГУ – 20.03.01.2017.139 ПЗ ВКР

Руководитель работы, доцент

\_\_\_\_\_ / М.Ю. Бабкин /

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

Автор работы  
студент группы ПЗ–559

\_\_\_\_\_ / К.В. Лукиных /

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

Нормоконтролер, доцент

\_\_\_\_\_ / А.В. Кудряшов /

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

Челябинск 2017

## АННОТАЦИЯ

Лукиных К.В. Анализ риска пожарной опасности в МДОУ «Детский сад № 55 г. Челябинска» – Челябинск: ЮУрГУ, 2017г., 69 стр., 10 ил., 10 табл., библиогр. список – 13 наим., 3 прил., альбом иллюстраций – 18 листов.

Выпускная квалификационная работа выполнена с целью анализа пожарного риска для детского сада в жилых и общественных зданиях.

В выпускной квалификационной работе представлен анализ по возникновению пожаров в зданиях по разным функциональным классам, по погибшим или получившим травму при пожаре и по материальному ущербу из-за пожара от 2014-2016 гг.

Представлена характеристика МДОУ д/с № 55, а также характеристика материально-технического обеспечения и оснащенность образовательного процесса. Рассмотрен перечень организационно-распорядительной документации по пожарной безопасности.

Представлены этапы расчета индивидуального пожарного риска: время эвакуации людей из здания; время блокирования путей эвакуации; время скопления людей на том или ином участке и время начала эвакуации;

Представлено соответствие требованиям по пожарной безопасности оборудование пожарной сигнализации и системы оповещения и управления.

					20.03.01.2017.139 ПЗ ВКР		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			
<i>Разраб.</i>		Лукиных К.В.			<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Пров.</i>		Бабкин М.Ю.				3	69
<i>Н. контр.</i>		Кудряшов А.В.			ЮУрГУ Кафедра БЖД		
<i>Утв.</i>		Сидоров А.И.					

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 АНАЛИЗ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ.....	6
1.1 Характеристика объекта защиты по пожарной безопасности.....	8
Выводы по разделу 1.....	11
2 ПОЖАРНЫЙ РИСК.....	13
Выводы по разделу 2.....	14
3 РАСЧЕТ ПОЖАРНОГО РИСКА.....	15
3.1 Основные расчетные величины индивидуального пожарного риска.....	15
3.2 Порядок проведения расчета индивидуального пожарного риска.....	18
3.2.1 Анализ пожарной опасности здания.....	18
3.2.2 Оценка последствий воздействия опасных факторов пожара на людей для различных сценариев его развития.....	22
3.2.3 Принципы составления расчетной схемы эвакуации.....	25
3.3 Классификация и область применения методов математического моделирования пожара.....	30
3.3.1 Аналитические соотношения для определения критической продолжительности пожара.....	30
Выводы по разделу 3.....	33
4 МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОБЪЕКТЕ.....	34
Выводы по разделу 4.....	45
5 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	46
5.1 Построение графика Ганта.....	46
5.2 Расчёт затрат на разработку выпускной квалификационной работы.....	47
5.3 Избежание штрафа государственного пожарного надзора МЧС России за отсутствие документации по пожарной безопасности.....	50
Выводы по разделу 5.....	50
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	52
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:.....	53
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ</b>	
ПРИЛОЖЕНИЕ А Расчет времени эвакуации людей из МДОУ д\с № 55.....	55
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Расчет времени блокирования опасными факторами пожара..	65
ПРИЛОЖЕНИЕ В Расчет индивидуального пожарного риска.....	68

## ВВЕДЕНИЕ

На сегодня нет возможности полностью обеспечить защиту здоровья и жизни людей, материальных ценностей, зданий и сооружений от возникновения и распространения пожара. Также невозможно и предугадать где, как и когда произойдет очаг возгорания, так как либо это может быть поджог, либо короткое замыкание старого оборудования, либо не осторожность с огнем и так далее. Большая часть пожаров возникает в результате неосторожного обращения с огнем и нарушения правил устройства и эксплуатации электрооборудования и электроприборов [10].

Одной из мер снижения числа жертв и ущерба от пожаров на современных объектах является применение технических средств пожарной автоматики. Под средствами пожарной автоматики понимается совокупность автоматических механизмов, стационарно установленных на объекте и предназначенных для обнаружения, локализации и тушения пожара, защиты людей и материальных ценностей от воздействия опасных факторов пожара. К нормативно-техническим документам, применяемым при проектировании, монтаже и эксплуатационном обслуживании средств пожарной автоматики, относятся стандарты, нормы и правила пожарной безопасности, инструкции, руководящие и иные документы, содержащие требования пожарной безопасности в указанной области.

Для предотвращения материальных потерь, иногда сопровождающихся и потерями людских жизней необходимо использовать системы автоматической пожарной сигнализации и системы автоматического пожаротушения, представляющих комплекс сложных технических устройств, обеспечивающих безопасность людей, технологического оборудования, материальных ценностей и строительных конструкций зданий и сооружений.

Данные системы способны без участия человека обнаруживать загорание, подавать сигнал тревоги и ликвидировать пожары в ранней стадии их развития. Они являются неотъемлемой частью оснащения современных зданий и сооружений средствами техники безопасности и охраны труда.

Исходя из выше сказанного, очевидна актуальность выпускной квалификационной работы (далее – ВКР):

- проанализировать наилучший вариант возникновения очага возгорания на объекте;
- разработать мероприятия по пожарной безопасности для быстрого реагирования на ликвидацию очага возгорания, а также определения его места возникновения;
- уменьшить количество опасных факторов при пожаре;
- проанализировать систему оповещения и эвакуации людей при пожаре.

										Лист
										5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	20.03.01.2017.139 ПЗ ВКР					

## 1 АНАЛИЗ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Проанализируем сведения, представленные на сайте Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий за период 2014-2016 гг., о пожарах и их последствиях и построим диаграммы для наглядной видимости: количество пожаров за год на рисунке 1, материальный ущерб на рисунке 2 и гибель и травмированных людей при пожарах на рисунке 3 [10]. Согласно диаграммам количество пожаров с каждым годом становится меньше, как и гибель людей при пожарах, но материальный ущерб возрастает.



Рисунок 1 – диаграмма количество пожаров за 2014-2016 гг



Рисунок 2 – Диаграмма материального ущерба от пожаров за 2014-2016 гг



Рисунок 3 – Диаграмма количество погибших и травмированных людей при пожарах за 2014-2016 гг

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

## 1.1 Характеристика объекта по защите по пожарной безопасности

В данной работе рассматривается один из не простых объектов, который согласно статистике по возникновению пожаров зафиксированных МЧС России, как раз подходит для анализа по пожарной безопасности. Это детский сад МДОУ № 55, который расположен в многоквартирном (четырёхэтажном) кирпичном доме на первом и втором этажах, по адресу: город Челябинск, улица Воровского, дом 75.

Детский сад открыт в 1961 году. Общая площадь помещений – 841,3 м<sup>2</sup>, рядом во дворе детского сада располагается территория прогулочных участков. Площадь земельного участка – 1275 м<sup>2</sup> [11].

В августе 1995 года в целях приведения наименования учреждения детского сада в соответствие с Типовым положением о дошкольном образовательном учреждении, утвержденным постановлением Правительства РФ от 01.07.1995 г. № 677 и с постановлением Главы Администрации Советского района г. Челябинска от 07.08.1995 № 1573, ясли-сад переименован в дошкольное образовательное учреждение детский сад № 55 [11].

В июле 2007 года учреждению присвоен статус Муниципальное дошкольное образовательное учреждение детский сад 3 категории № 55 (далее – МДОУ д/с № 55) (Свидетельство о государственной аккредитации № 1227 от 05.07.2007 г.). Образовательная деятельность осуществляется на основании лицензии № 9592 от 27.03.2012 г.

МДОУ д/с № 55 осуществляет воспитание, обучение, присмотр, уход и оздоровление детей от 2 до 7 лет, соответственно функционируют 3 возрастные группы.

Основными задачами деятельности в соответствии с Законом «Об образовании», «Типовым положением» и Уставом МДОУ д/с № 55 являются [11]:

- охрана жизни и укрепление физического и психического здоровья детей.
- создание условий для развития личности ребенка, его творческих способностей.
- обеспечение познавательно-речевого, социально-личностного, художественно-эстетического и физического развития детей.
- воспитание с учетом возрастных категорий детей, их гражданственности, уважение к правам и свободам человека, любви к окружающей природе, Родине, семье.
- взаимодействие с семьями воспитанников для обеспечения полноценного развития ребенка.
- оказание консультативной и методической помощи родителям (законным представителям) по вопросам воспитания, обучения и развития их ребенка.

Деятельность МДОУ д/с № 55 это осуществление реализации программ дошкольного образования. Обучение и воспитание в МДОУ д/с № 55 ведутся на русском языке.

Порядок приема и отчисления детей в МДОУ д/с № 55 регламентируется Положением о порядке приема и отчисления воспитанников МДОУ д/с № 55, разра-

						20.03.01.2017.139 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			8

ботанным в соответствии с Законом Российской Федерации «Об образовании» и нормативно-правовыми актами Учредителя [11].

Участники образовательного процесса в МДОУ д/с № 55: воспитанники, педагогические и руководящие работники, родители (законные представители) воспитанников.

Воспитанники МДОУ д/с № 55 имеют право на [11]:

1) получение дошкольного образования независимо от пола, национальности, языка, происхождения, отношения к религии, убеждений, социального положения семьи.

2) получение дополнительных образовательных и медицинских услуг (в том числе платных) при наличии лицензии.

Ребенку гарантируется:

- охрана жизни и здоровья;
- защита от всех форм физического и психического насилия;
- удовлетворение потребностей в эмоционально-личностном общении;
- удовлетворение физиологических потребностей в питании, сне, отдыхе и др. в соответствии с его возрастом, и индивидуальными особенностями развития;
- развитие его индивидуальных способностей;
- уважение человеческого достоинства.

Родители (законные представители) воспитанников МДОУ д/с № 55 имеют право на:

- защиту законных прав и интересов ребенка;
- предложения по улучшению работы с детьми, а также по организации дополнительных образовательных и медицинских услуг;
- участие в управлении МДОУ д/с № 55 по форме, определяемой Уставом;
- компенсацию части платы за содержание ребенка в МДОУ д/с № 55 в размере, установленном законодательством Российской Федерации.

Родители (законные представители) воспитанников обязаны [11]:

- соблюдать Устав;
- оплачивать за содержание воспитанника МДОУ д/с № 55 в размере, установленном уполномоченным органом местного самоуправления;
- нести ответственность за воспитание своих детей;
- ежедневно лично передавать воспитателю и забирать ребенка у воспитателя из МДОУ д/с № 55. В случае невозможности лично забирать/отдавать ребенка, необходимо письменно уполномочить других лиц. Забирать ребенка уполномоченное лицо только при предъявлении им документа, удостоверяющего личность.

Другие права и обязанности родителей (законных представителей) воспитанников МДОУ д/с № 55 закрепляются в заключенном между ними и МДОУ д/с № 55 договоре, который не может противоречить законодательству Российской Федерации, Типовому положению о дошкольном образовательном учреждении и Уставу [2].

Педагогический работник обязан [11]:

- обеспечивать сохранение жизни и здоровья воспитанников в ходе образовательного процесса;

									Лист
									9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	20.03.01.2017.139 ПЗ ВКР				



- обеспечивать получение воспитанниками дошкольного образования, знаний, умений, навыков в рамках основных требований, а также при оказании платных дополнительных образовательных услуг;
- повышать уровень профессионального мастерства;
- строить свою работу с учетом индивидуальных особенностей воспитанников;
- содействовать охране здоровья и жизни воспитанников, а также их признанию и соблюдению прав и интересов, в том числе через совместную работу с родителями (законными представителями), соответствующими организациями и учреждениями, занимающимися вопросами охраны и защиты воспитанников;
- соблюдать Устав МДОУ д/с № 55;
- выполнять должностные обязанности, соблюдать требования охраны труда и пожарной безопасности, а также иные нормативные и распорядительные акты МДОУ д/с № 55, проходить первичное и периодическое обучение по охране труда и по пожарной безопасности;
- проходить периодический медицинский осмотр.

Педагогический работник обязан иметь соответствующий образовательный ценз, подтвержденный документами об образовании.

Педагогическим работникам МДОУ д/с № 55 (в том числе руководящим работникам, деятельность которых связана с образовательным процессом) в целях содействия их обеспечению книгоиздательской продукцией и периодическими изданиями по решению органа местного самоуправления выплачивается ежемесячная денежная компенсация в размере, установленном органом местного самоуправления [11].

Работники МДОУ д/с № 55 подлежат социальному и медицинскому страхованию в порядке, установленном законодательством Российской Федерации.

Учредитель МДОУ д/с № 55: Комитет по делам образования города Челябинска. Председатель комитета: Портъё Светлана Викторовна, адрес: город Челябинск, улица Володарского, дом 14.

Режим работы: пятидневная рабочая неделя с двумя выходными (суббота, воскресенье), 12 часовое пребывание детей в МДОУ д/с № 55. График работы: 07 часов 00 минут до 19 часов 00 минут. Нерабочие праздничные дни согласно статье 112 Трудового Кодекса РФ [11].

МДОУ д/с № 55 соответствует санитарно-гигиеническим, противоэпидемическим, противопожарным и психолого-педагогическим требованиям. Помещения расположены в жилом здании (Ф4.3), передано в безвозмездное пользование на основании договора безвозмездного пользования (договора ссуды) с Комитетом по управлению государственным имуществом и земельным отношениям г. Челябинска № 347 от 27.06.2002 г. [11].

МДОУ д/с № 55 оснащен необходимым оборудованием для полноценного функционирования по образованию, воспитанию и развитию детей. В дошкольном МДОУ д/с № 55 оборудованы три групповых помещения: музыкальный зал, методический кабинет, логопункт. В методическом кабинете функционирует библиотека: методической 100 единиц литературы, медиатека для самообразования педагогов, специалистов и родителей воспитанников, и детской литературы. В

					20.03.01.2017.139 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

МДОУ д/с № 55 создана развивающая образовательная среда в соответствии с основной образовательной программой. Бытовые условия в групповых помещениях и специализированных кабинетах соответствуют нормам СанПиН 2.4.1.3049-13 [11].

На территории МДОУ д/с № 55 расположены участки для групп с необходимым игровым оборудованием, огородом.

Планирование образовательного процесса и осуществление условий этих процессов производит методическая служба МДОУ д/с № 55. В кабинете в свободном доступе для педагогов находится ноутбук с программным обеспечением и оргтехникой.

МДОУ д/с № 55 обеспечен компьютерами и оргтехникой [11]:

- компьютеры – 1 шт;
- ноутбук – 3 шт;
- принтеры – 3шт;
- сканеры – 3 шт;
- ксероксы – 3 шт;
- мультимедийное оборудование – 1 шт.

Воспитанники МДОУ д/с № 55 к электронным образовательным ресурсам доступа не имеют.

На территории МДОУ д/с № 55 размещена спортивная площадка (футбольно-баскетбольная площадка, беговая дорожка с полосой препятствий (лазы, тоннели, бумы, лабиринты)).

МДОУ д/с № 55 расположен в Советском районе города Челябинска в жилом доме и окружен сетью жилых зданий и улично-дорожной сетью. Улицы рядом расположенные: Тарасова, Воровского [11].

Согласно статистикам по возникновению пожаров, МДОУ д/с № 55 попадает в тот процент, где повышенная возможность возникновения очага из-за неосторожного обращения с огнем или поврежденная электропроводка, а также рассматривается, что очаг возгорания может возникнуть не в самом детском саду, а в соседних жилищных квартирах.

Для обеспечения безопасности детского сада необходимо рассмотреть самые неблагоприятные варианты по распространению пожара и эвакуации людей из здания. Для этого необходимо произвести расчет пожарного риска с той пожарной безопасностью, что имеется в МДОУ д/с № 55, от чего в итоге получим индивидуальный пожарный риск, где будет видно о необходимости дополнительных мероприятий по пожарной безопасности или наоборот объект будет полностью обеспечен и удовлетворять требованиям по пожарной безопасности. Для определения индивидуального пожарного риска необходимо рассчитать по специальной методике приказу МЧС РФ № 382.

#### Выводы по разделу 1

В первом разделе выпускной квалификационной работы представлена характеристика детского сада № 55, рассмотрен устав МДОУ, основные мероприятия

									Лист
									11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	20.03.01.2017.139 ПЗ ВКР				

воспитателей, размещение оборудования, площадок, групповых помещений и расположение МДОУ детского сада № 55.

					20.03.01.2017.139 ПЗ ВКР	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 2 ПОЖАРНЫЙ РИСК

Пожарный риск – мера возможности реализации пожарной опасности объекта защиты и ее последствий для людей и материальных ценностей [2]. Расчет пожарного риска – оценка воздействия на людей поражающих факторов пожара и принятых мер по снижению частоты их возникновения и последствий [4].

Согласно Федеральному закону №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008 года требования к обеспечению пожарной безопасности охраняемых объектов от возникновения пожара и их последствий ужесточились. Федеральный закон ввел понятие пожарный риск, под которым подразумевается реальная возможность возникновения пожара для объектов с возможными отрицательными последствиями от воздействия очага возгорания и/или задымления по отношению к материальным ценностям и людям.

Оценка пожарного риска рассчитывается как воздействие поражающих опасных факторов пожара на людей. Для защиты объекта существуют меры по снижению частоты возникновения опасных факторов пожара и из последствий, а также время эвакуации людей из опасной зоны объекта.

Оценка пожарных рисков производится на основе методических рекомендаций, разработанных ВНИИПО МЧС России проекта «Порядка проведения оценки пожарного риска для объектов общественного назначения». Данная оценка используется для конкретного случая определенным методом расчета времени для эвакуации людей в безопасную зону при пожаре из опасной зоны объекта, а также время блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара (далее – ОФП)[4].

Для каждого объекта разрабатывается декларация пожарной безопасности, соответственно для МДОУ д/с № 55 необходимо составление пожарной декларации, где оценка пожарного риска проводится в обязательном порядке, а также оценка возможного ущерба имуществу третьих лиц от пожара [2].

Расчетные величины пожарного риска рассчитываются при [4]:

- анализе пожарной опасности здания объекта;
- определении частоты реализации пожароопасных ситуаций;
- построении полей ОФП для различных сценариев его развития;
- оценке последствий воздействия ОФП на людей для различных сценариев его развития;
- наличии систем обеспечения пожарной безопасности здания объекта.

Расчет величин пожарного риска заключается в оценке индивидуального пожарного риска людей, находящихся в здании объекта защиты, согласно приказу МЧС России № 382 от 30.06.2009 года.

Индивидуальный пожарный риск – пожарный риск, который может привести к гибели человека в результате воздействия опасных факторов пожара [4].

Выражение индивидуального пожарного риска выражается, как частота воздействия ОФП на человека, находящегося в здании МДОУ д/с № 55. Перечень ОФП, согласно статье 9 № 123-ФЗ. Для полного видения по обеспечению пожарной безопасности объекта защиты, необходимы выводы и результаты расчета

									Лист
									13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	20.03.01.2017.139 ПЗ ВКР				

индивидуального пожарного риска для обоснования характеристик здания МДОУ д/с № 55 [2].

Согласно статье 6 № 123-ФЗ одним из условий соответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности является выполнение в полном объеме требований пожарной безопасности, установленных техническими регламентами, принятыми в соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании», и пожарный риск не превышает допустимых значений, установленных Федеральным законом № 123 [2].

На объекте защиты осуществляется система обеспечения пожарной безопасности, для предотвращения возникновения очага возгорания и развитие пожара, обеспечить защиту и безопасность людей и материальных ценностей при пожаре [2].

В систему обеспечения по пожарной безопасности объекта защиты входит:

- система предотвращения пожара;
- система противопожарной защиты;
- комплекс организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности [2].

Система обеспечения противопожарной безопасности объекта защиты содержит в себе комплекс мероприятий, исключающих превышения значений допустимого пожарного риска ( $10^{-6}$ ), установленного № 123-ФЗ, и направленных на предотвращение возможной опасности причинения вреда третьим лицам в результате пожара [2].

#### Выводы по разделу 2

В разделе 2 рассмотрено понятие «Пожарный риск» и «Индивидуальный пожарный риск», согласно ФЗ № 123. Рассмотрен порядок проведения расчета индивидуального пожарного риска, а также предназначение пожарного риска. Представлены требования, по которым индивидуальный пожарный риск не должен превышать предельно-допустимое значение, и системы обеспечения по пожарной безопасности объекта защиты.

					20.03.01.2017.139 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

### 3 РАСЧЕТ ПОЖАРНОГО РИСКА

Для выполнения расчетов необходимо произвести [4]:

- оценку объемно-планировочного решения здания детского сада и проверку соответствия путей эвакуации, что указаны на рисунке № 3.1, требованиям пожарной безопасности;
- расчетную схему эвакуации людей при пожаре;
- расчет по упрощенной аналитической модели движения людского потока.

План эвакуации  
МДОУ ДС № 55  
г. Челябинск, ул. Воровского, д. 75,  
2 этаж

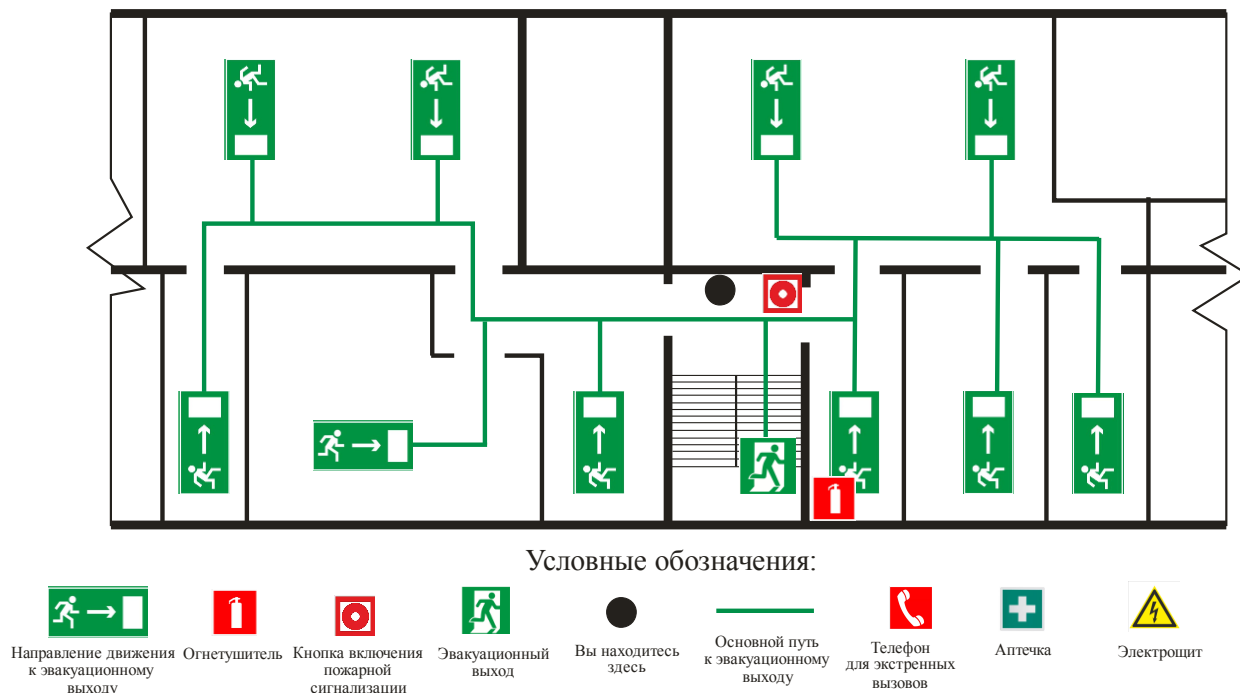


Рисунок 3.1 – План эвакуации второго этажа МДОУ д/с № 55

#### 3.1 Основные расчетные величины индивидуального пожарного риска

Для того чтобы индивидуальный риск МДОУ д/с № 55 соответствовал всем требованиям по пожарной безопасности, необходимо, чтобы индивидуальный пожарный риск отвечал требуемому пределу, при выполнении условия формулы (3.1) [4]:

$$Q_B \leq Q_B^H, \quad (3.1)$$

где  $Q_B^H$  – нормативное значение индивидуального пожарного риска равное  $10^{-6}$  [2];  
 $Q_B$  – расчетная величина индивидуального пожарного риска.

Для того чтобы рассчитать величину пожарного риска в здании МДОУ д/с №55, то необходимо определить по формуле (3.2), по максимальному значению пожарного риска из рассмотренных сценариев пожара [4]:

									Лист
									15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	20.03.01.2017.139 ПЗ ВКР				

$$Q_B = \max\{Q_{B,1}, \dots, Q_{B,i}, \dots, Q_{B,N}\}, \quad (3.2)$$

где  $Q_{B,i}$  – расчетная величина пожарного риска для  $i$ -го сценария пожара;

$N$  – количество рассмотренных сценариев пожара.

В данной выпускной квалифицированной работе рассмотрим три сценария возникновения пожара. Первое возникновение очага возгорания происходит в помещениях или квартире рядом расположенных за несущей стеной, при этом эвакуация людей выводит всех через все ближайшие выходы. Второе возникновение пожара перекрывает помещение № 11 в том числе и эвакуационный выход. Третье возникновение очага возгорания происходит на лестничной клетке, которая также перекрывает путь эвакуации из здания во двор территории МДОУ д/с № 55.

Расчетная величина индивидуального пожарного риска  $Q_B$  для  $i$ -го сценария пожара рассчитывается по формуле (3.3):

$$Q_e = Q_n \cdot (1 - R_{АП}) \cdot P_{np} \cdot (1 - P_э) \cdot (1 - P_{н.з.}), \quad (3.3)$$

где  $Q_n$  – частота возникновения пожара в здании в течение года определяется на основании статистических данных, согласно пункту 3.4 методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности [4];

$R_{АП}$  – коэффициент, учитывающий соответствие установок автоматического пожаротушения (далее – АУПТ) требованиям нормативных документов по пожарной безопасности.

В данной работе система АУПТ в МДОУ д/с № 55, согласно СП 5.13130.2009, не оборудуется и по требованиям пожарной безопасности соответствует, следовательно, коэффициент  $R_{АП}$ , учитывающий соответствие АУПТ с нормативными документами пожарной безопасности, равен 0,9 [8].

$P_{np}$  – вероятность присутствия людей в здании, определяемая из соотношения (3.4):

$$P_{np} = t_{функ} / 24, \quad (3.4)$$

где  $t_{функ}$  – время нахождения людей в здании в часах.

Время нахождения детей в здании 12 часов, разделены они на три группы, общее количество детей – 95, а также основной персонал в количестве 11 человек, итого: 106 человек. Отсюда следует, что  $P_{np} = 0,5$  вероятность присутствия людей в здании.

$P_э$  – коэффициент, учитывающий соответствие системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности.

Вероятность эвакуации  $P_э$  рассчитывают по формуле (3.5), расчет данного коэффициента подробно рассмотрен в приложении А:

									Лист
									16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	20.03.01.2017.139 ПЗ ВКР				

$$P_{э} = \begin{cases} \frac{0,8 \cdot t_{\text{бл}} - t_p}{t_{\text{нэ}}}, & \text{если } t_p < 0,8 \cdot t_{\text{бл}} < t_p + t_{\text{нэ}} \text{ и } t_{\text{ск}} \leq 6 \text{ мин.} \\ 0,999, & \text{если } t_p + t_{\text{нэ}} \leq 0,8 \cdot t_{\text{бл}} \text{ и } t_{\text{ск}} \leq 6 \text{ мин.} \\ 0,000, & \text{если } t_p \geq 0,8 \cdot t_{\text{бл}} \text{ или } t_{\text{ск}} > 6 \text{ мин.} \end{cases} \quad (3.5)$$

где  $t_p$  – расчетное время эвакуации людей, мин;

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

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

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

Расчетное время эвакуации людей  $t_p$  из помещений и здания детского сада определяется на основе моделирования движения людей до выхода наружу [4].

Определение расчетного времени эвакуации производится с учетом особенностей объемно-планировочных решений здания, а также особенностей контингента людей, находящихся в нем, в соответствии рассматривается дети дошкольного возраста от 0 до 9 лет.

При определении расчетного времени эвакуации учитываются данные, приведенные в пункте 3.2 к настоящей выпускной квалификационной работе, в частности принципы составления расчетной схемы эвакуации людей, параметры движения взрослых и детей, а также значения площадей горизонтальных проекций различных контингентов людей [4].

Время начала эвакуации  $t_{\text{нэ}}$  определяется в соответствии с пунктом 3.2 к настоящей выпускной квалификационной работе.

Время блокирования путей эвакуации  $t_{\text{бл}}$  рассчитывается по времени достижения ОФП предельно допустимых значений на эвакуационных путях в различные моменты времени. Порядок проведения расчета и математические модели для определения времени блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара приведен в пункте 3.5 к настоящей выпускной квалификационной работе, а также подробный расчет в приложении Б [4].

Коэффициент, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей из здания при пожаре, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности,  $P_{\text{нэ}}$  рассчитывается по формуле, также рассматривается полный расчет данного коэффициента в приложении В (3.6) [4]:

$$P_{\text{нэ}} = 1(1 - R_{\text{обн}} \cdot R_{\text{СОУЭ}}) \cdot (1 - R_{\text{обн}} \cdot R_{\text{ИДЗ}}), \quad (3.6)$$

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



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

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

### 3.2 Порядок проведения расчета индивидуального пожарного риска

#### 3.2.1 Анализ пожарной опасности здания

Для проведения анализа пожарной опасности осуществляется сбор данных о здании детского сада, который включает [4]:

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

На основании полученных данных производится анализ пожарной опасности здания, при этом учитывается [4]:

- возможная динамика развития пожара;
- состав и характеристики системы противопожарной защиты;
- возможные последствия воздействия пожара на людей и конструкции здания.

При построении полей ОФП проводится выбор сценария сценариев пожара, при которых ожидаются наихудшие последствия для находящихся в здании МДОУ д/с № 55 людей, которые указаны в приложении Б.

Формулировка сценария развития пожара включает в себя следующие этапы [4]:

- выбор места нахождения первоначального очага пожара и закономерностей его развития;
- задание расчетной области (выбор рассматриваемой при расчете системы помещений, определение учитываемых при расчете элементов внутренней структуры помещений, состояния проемов);
- задание параметров окружающей среды и начальных значений параметров внутри помещений.

На основании результатов расчетов осуществляется построение полей опасных факторов пожара и определяется значение времени блокирования путей эвакуации ОФП  $t_{\text{бл}}$ .

Расчетное время эвакуации людей  $t_p$  следует определять как сумму времени движения людского потока по отдельным участкам пути  $t_i$  по формуле (3.7), полный расчет для МДОУ д/с № 55 представлен в приложении А:

					20.03.01.2017.139 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

$$t_p = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_i, \quad (3.7)$$

где  $t_1$  – время движения людского потока на первом (начальном) участке, мин;  
 $t_1, t_2, t_3, \dots, t_i$  – время движения людского потока на каждом из следующих после первого участка пути, мин.

Время движения людского потока по первому участку пути  $t_1$ , мин, рассчитывают по формуле (3.8):

$$t_1 = \frac{l_1}{v_1}, \quad (3.8)$$

где  $l_1$  – длина первого участка пути, м;

$v_1$  – скорость движения людского потока по горизонтальному пути на первом участке, м/мин (определяется по таблице 3.1 в зависимости от плотности  $D$ ).

Плотность однородного людского потока на первом участке пути  $D_1$  рассчитывают по формуле (3.9):

$$D_1 = \frac{N_1 \cdot f}{l_1 \cdot \delta_1}, \quad (3.9)$$

где  $N_1$  – число людей на первом участке, чел.;

$f$  – средняя площадь горизонтальной проекции человека, м<sup>2</sup>/чел, принимаемая в соответствии с пунктом 3.4;

$\delta_1$  – ширина первого участка пути, м.

Скорость  $v_1$  движения людского потока на участках пути, следующих после первого, принимают по таблице 3.1 в зависимости от интенсивности движения людского потока по каждому из этих участков пути, которую вычисляют для всех участков пути, в том числе и для дверных проемов, по формуле (3.10):

$$q_i = \frac{q_{i-1} \cdot \delta_{i-1}}{\delta_i}, \quad (3.10)$$

где  $\delta_i, \delta_{i-1}$  – ширина рассматриваемого  $i$ -го и предшествующего ему участка пути, м;

$q_i, q_{i-1}$  – интенсивности движения людского потока по рассматриваемому  $i$ -му и предшествующему участкам пути, м/мин (интенсивность движения людского потока на первом участке пути  $q_1$  определяется по таблице 3.1 по значению  $D_1$ , установленному по формуле (3.9)).

Если значение  $q_i$ , определяемое по формуле (3.10), меньше или равно  $q_{max}$ , то время движения по участку пути  $t_i$ , мин, определяется по формуле (3.11):

$$t_i = \frac{l_i}{v_i}, \quad (3.11)$$

									Лист
									19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	20.03.01.2017.139 ПЗ ВКР				

при этом значения  $q_{max}$ , м/мин следует принимать равными:

- 16,5 – для горизонтальных путей;
- 19,6 – для дверных проемов;
- 16,0 – для лестницы вниз;
- 11,0 – для лестницы вверх.

Если значение  $q_i$ , определенное по формуле (3.10), больше  $q_{max}$  то ширину  $\delta_i$  данного участка пути следует увеличивать на такое значение, при котором соблюдается условие (3.12):

$$q_i \leq q_{max}, \quad (3.12)$$

При невозможности выполнения условия (3.12) интенсивность и скорость движения людского потока по участку  $i$  определяют по таблице 3.1 при значении  $D=0,9$  и более. При этом следует учитывать время задержки движения людей из-за образовавшегося их скопления, в соответствии с пунктом 3.2 [4].

Таблица 3.1 – Интенсивность и скорость движения людского потока на разных участках путей эвакуации в зависимости от плотности

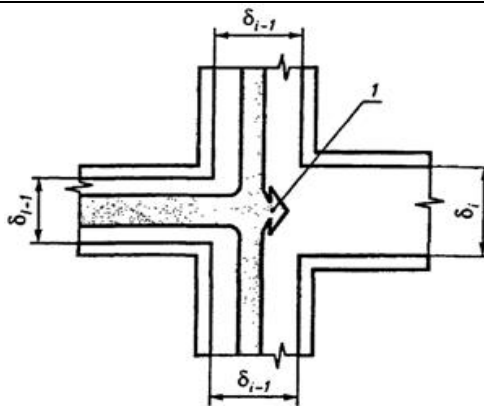
Плотность потока $D$ , $m^2/m^2$	Горизонтальный путь		Дверной проем, интенсивность $q$ , м/мин	Лестница вниз		Лестница вверх	
	Скорость $V$ , в/мин	Интенсивность $q$ , м/мин		Скорость $V$ , м/мин	Интенсивность $q$ , м/мин	Скорость $V$ , м/мин	Интенсивность $q$ , м/мин
0,01	100	1,0	1,0	100	1,0	60	0,6
0,05	100	5,0	5,0	100	5,0	60	3,0
0,10	80	8,0	8,7	95	9,5	53	5,3
0,20	60	12,0	13,4	68	13,6	40	8,0
0,30	47	14,1	16,5	52	15,6	32	9,6
0,40	40	16,0	18,4	40	16,0	26	10,4
0,50	33	16,5	19,6	31	15,6	22	11,0
0,60	28	16,3	19,05	24,5	14,1	18,5	10,75
0,70	23	16,1	18,5	18	12,6	15	10,5
0,80	19	15,2	17,3	13	10,4	13	10,4

Продолжение таблицы 3.1

Плотность потока $D$ ,	Горизонтальный путь		Дверной проем, интенсивность $q$ ,	Лестница вниз		Лестница вверх	
	Скорость	Интенсивность		Скорость	Интенсивность	Скорость	Интенсивность

м <sup>2</sup> /м <sup>2</sup>	V, в/мин	q, м/мин	м/мин	V, м/мин	q, м/мин	V, в/мин	q, м/мин
0,90 и более	15	13,5	8,5	8	7,2	11	9,9

**Примечание** – интенсивность движения в дверном проеме при плотности потока 0,9 и более равная 8,5 м/мин, установлена для дверного проема шириной 1,6 м и более, а при дверном проеме меньшей ширины интенсивность движения следует определять по формуле  $q = 2,5 + 3,75 \times \delta$ .



1 — начало участка i

Рисунок 3.2 – Слияние людских потоков

При слиянии в начале i-го участка двух и более людских потоков (рисунок 3.2) интенсивность движения  $q_i$ , м/мин, рассчитывают по формуле (3.13):

$$q_i = \frac{\sum_{i=1}^n q_{i-1} \times \delta_{i-1}}{\delta_i}, \quad (3.13)$$

где  $q_{i-1}$  – интенсивность движения людских потоков, сливающихся в начале i-го участка, м/мин;

$\delta_{i-1}$  – ширина участков пути слияния, м;

$\delta_i$  – ширина рассматриваемого участка пути, м.

Если значение  $q_i$ , определенное по формуле (3.13), больше  $q_{max}$ , то ширину  $\delta_i$  данного участка пути следует увеличивать на такое значение. При невозможности выполнения условия (3.12) интенсивность и скорость движения людского потока по участку i определяют по таблице 3.1 при значении  $D = 0,9$  и более. При этом следует учитывать время задержки движения людей из-за образовавшегося их скопления [4].

Значение времени начала эвакуации  $t_{нэ}$  (с) для помещения очага пожара следует определять по формуле (3.14):

$$t_{нэ} = 5 + 0,01 \cdot F, \quad (3.14)$$

где  $F$  – площадь помещения,  $m^2$ .

Для остальных помещений значение времени начала эвакуации  $t_{нэ}$  следует определять по таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Данные о времени начала эвакуации

Класс функциональной пожарной опасности зданий и характеристика контингента людей	Значение времени начала эвакуации людей $t_{нэ}$ , мин		
	Здания, оборудованные системой оповещения и управления эвакуацией людей		Здания, не оборудованные системой оповещения и управления эвакуацией людей
	I-II типа	III-V типа	
Гостиницы, общежития, спальные корпуса санаториев и домов отдыха общего типа, кемпингов, мотелей и пансионатов. (Ф1-2) Жильцы могут находиться в состоянии сна и не достаточно знакомы со структурой эвакуационных путей и выходов.	3,0	2,0	6,0
Здания научных и образовательных учреждений, научных и проектных организаций, органов управления учреждений (Ф4). Посетители находятся в бодрствующем состоянии и хорошо знакомы со структурой эвакуационных путей и выходов.	3,0	1,5	6,0

### 3.2.2 Оценка последствий воздействия опасных факторов пожара на людей для различных сценариев его развития

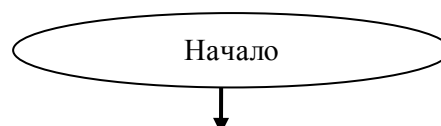
Оценка последствий воздействия ОФП на людей заключается в определении вероятности эвакуации людей из здания детского сада при пожаре [4].

Вероятность эвакуации людей определяется по формуле (3.5) на основе сопоставления значений времени эвакуации людей и времени блокирования путей эвакуации ОФП.

Для определения расчетного времени эвакуации людей  $t_p$  определяется модель эвакуации людей из здания, проводится построение расчетной схемы эвакуации и осуществляется моделирование эвакуации людей. Также проводится определение расчетной величины индивидуального пожарного риска  $Q_B$  и сопоставление ее с нормативным значением индивидуального пожарного риска  $Q_B^H$ .

Учет наличия систем обеспечения пожарной безопасности здания

Наличие систем обеспечения пожарной безопасности здания учитывается в соответствии с формулой (3.6). Алгоритм, иллюстрирующий порядок проведения расчета индивидуального пожарного риска, представлен на рисунке 3.3.



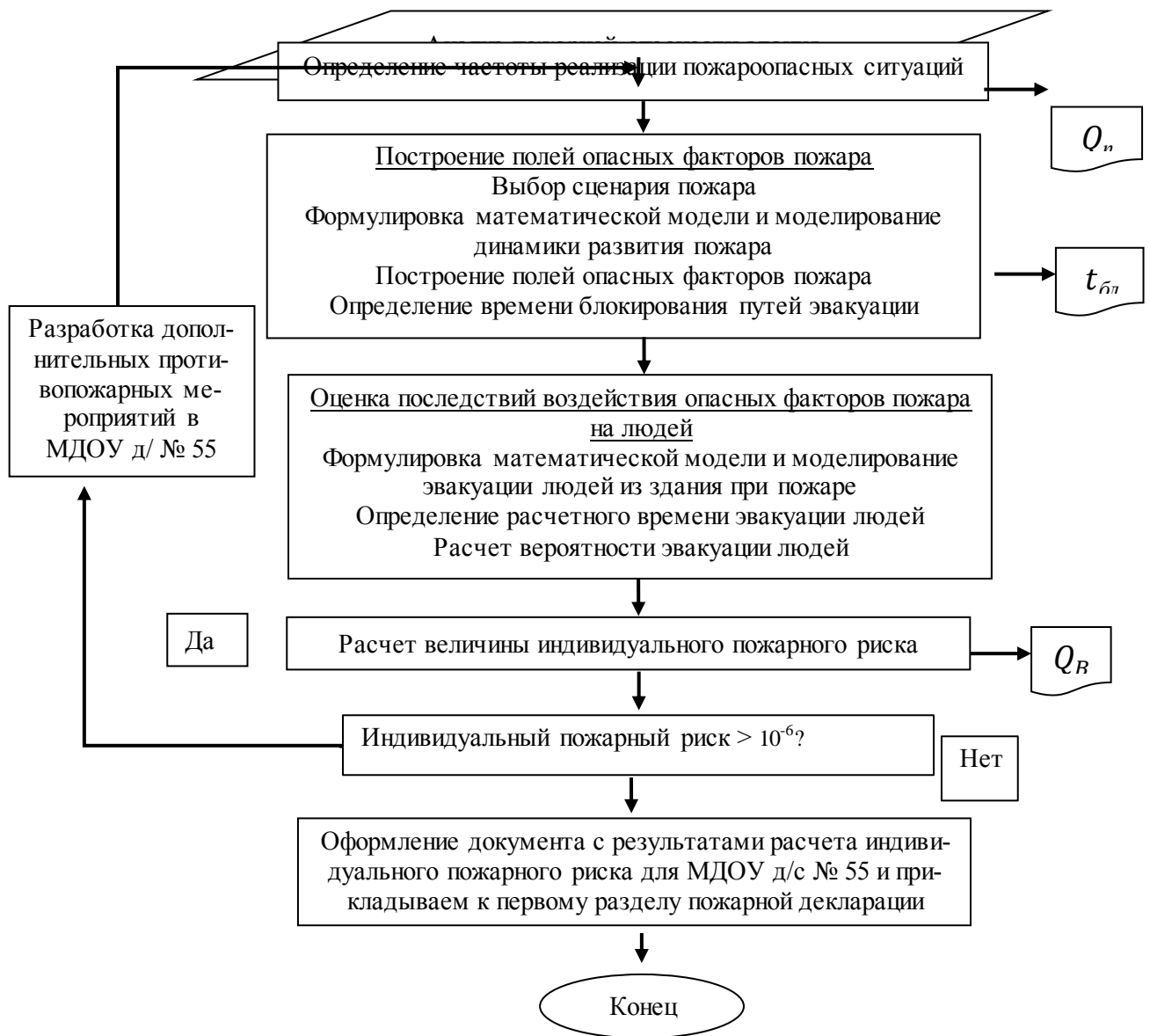


Рисунок 3.3 – Алгоритм проведения расчета индивидуального пожарного риска в МДОУ д/с № 55

В случае если расчетная величина индивидуального пожарного риска превышает нормативное значение, в здании следует предусмотреть дополнительные противопожарные мероприятия, направленные на снижение величины пожарного риска [4].

К числу противопожарных мероприятий, направленных на снижение величины пожарного риска, относятся [4]:

- дополнительные объемно-планировочные решения и средства, обеспечивающие ограничение распространения пожара;
- устройства дополнительных эвакуационных путей и выходов;
- устройства систем оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей повышенного типа;
- организация поэтапной эвакуации людей из здания;

- система противодымной защиты;
- система автоматического пожаротушения;
- ограничение количества людей в здании до значений, обеспечивающих безопасность их эвакуации из здания.

Эффективность дополнительных противопожарных мероприятий должна подтверждаться повторным расчетом величины индивидуального пожарного риска.

Эффективность каждого из перечисленных выше противопожарных мероприятий определяется степенью влияния на параметры  $t_p$ ,  $t_{\text{обн}}$ ,  $t_{\text{нз}}$ , а для системы пожарной сигнализации, противодымной защиты и системы оповещения управления эвакуации людей при пожаре также параметрами  $R_{\text{обн}}$ ,  $R_{\text{СОУЭ}}$  и  $R_{\text{ПДЗ}}$ .

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

- МДОУ д/с № 55 оборудован системой пожарной сигнализации, соответствующей требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;
- оборудования МДОУ д/с № 55 системой пожарной сигнализации не требуется в соответствии с требованиями нормативных документов по пожарной безопасности.

В остальных случаях  $R_{\text{обн}}$  принимается равным нулю.

Отсюда следует, что в МДОУ д/с № 55, имея автоматическую пожарную сигнализацию 1 категории, коэффициент параметра автоматической пожарной сигнализации  $R_{\text{обн}} = 0,8$  [4].

При установке дополнительного противопожарного мероприятия, изменений схемы объемно-планировочных решений здания детского сада и/или установки системы противопожарной защиты необходимо провести повторный расчет индивидуального пожарного риска для достаточности соответствия с нормами пожарной безопасности.

Значение параметра  $R_{\text{СОУЭ}}$  принимается равным  $R_{\text{СОУЭ}} = 0,8$ , если выполняется хотя бы одно из следующих условий:

- МДОУ д/с № 55 оборудован системой оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре, соответствующей требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;
- оборудование МДОУ д/с № 55 системой оповещения людей и управления эвакуацией людей при пожаре не требуется в соответствии с требованиями нормативных документов по пожарной безопасности.

В остальных случаях  $R_{\text{СОУЭ}}$  принимается равной нулю.

Отсюда следует, что в МДОУ д/с № 55, имея автоматическую пожарную сигнализацию и систему оповещения управления эвакуации людей при пожаре 1 категории, коэффициент параметра автоматической пожарной сигнализации  $R_{\text{СОУЭ}} = 0,8$ .

Подбор параметров вентиляционного оборудования осуществляется в соответствии с нормативными документами по пожарной безопасности [4].

Значение параметра  $R_{\text{ПДЗ}}$  принимается равным  $R_{\text{ПДЗ}} = 0,8$ , если выполняется хотя бы одно из следующих условий [4]:

											Лист
											24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	20.03.01.2017.139 ПЗ ВКР						

- МДОУ д/с № 55 оборудован системой противодымной защиты, соответствующей требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;
- оборудования МДОУ д/с № 55 системой противодымной защиты не требуется в соответствии с требованиями нормативных документов по пожарной безопасности.

В остальных случаях  $R_{ПДЗ}$  принимается равным нулю.

Система дымоудаления не предусматривается в МДОУ д/с № 55, отсюда следует, что  $R_{ПДЗ} = 0,8$ .

Ограничение количества людей в здании до значений, обеспечивающих безопасность их эвакуации из здания при пожаре, учитывается посредством повторного расчета значения параметра  $t_p$  при существующих объемно-планировочных решениях и ограниченном значении количества эвакуирующихся при пожаре.

Расчетное время эвакуации людей  $t_p$  из помещений и здания детского сада устанавливается по расчету времени движения нескольких людских потоков через эвакуационные выходы от наиболее удаленных мест размещения помещений с людским потоком.

При расчете времени эвакуации людей из здания детского сада путь движения людского потока подразделяется на участки (проход, коридор, дверной проем, лестничный марш, тамбур) длиной  $l_i$  и шириной  $\delta_i$ . Начальными участками пути являются проходы между рабочими местами, оборудованием, рядами кресел и т.п.

При определении расчетного времени эвакуации людей длину и ширину каждого участка пути эвакуации для проектируемых зданий принимают по проекту, а для построенных – по фактическому положению. Длину пути по лестничным маршам, а также по пандусам измеряют по длине марша. Длину пути в дверном проеме принимают равной нулю. Проем, расположенный в стене толщиной более 0,8 м, а также тамбур следует считать самостоятельными участками горизонтального пути, имеющими конечную длину  $l_i$ .

### 3.2.3 Принципы составления расчетной схемы эвакуации

Расчетная схема эвакуации – это схема эвакуации людей, в которой отображено[4]:

- количество людей на начальных участках – источниках (проходы между рабочими местами, оборудованием, рядами кресел и т.п.);
- направление движения людского потока (маршруты);
- геометрические параметры участков пути (длина, ширина) и виды участков пути;
- места скопления людей;
- места соединений двух или более потоков людей при эвакуации.

Расчетная схема эвакуации должна учитывать ситуацию, при которой хотя бы один человек находится в наиболее удаленной от выхода из здания детского сада.

Рассмотрев количество людей на начальных участках пути, определяется направление их движения. При выборе направления эвакуации людей необходимо учитывать[4]:

					20.03.01.2017.139 ПЗ ВКР	Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



- движение к эвакуационному выходу по тому направлению, по которому вошли в здание детского сада;
- движение запрещено при проходящем пути через очаг возгорания или рядом с зоной горения, за исключением задымленных коридоров;
- при эвакуации с первого этажа – движение к открытому выходу наружу из здания;
- при прочих равных условиях – движение к ближайшему выходу.

При поворотах путей людского потока, время эвакуации не влияют.

Определение длины (вдоль оси пути) отличается для горизонтальных и наклонных путей. К наклонным путям относятся лестницы и пандусы. Свободная ширина  $b$  наклонного пути, например, лестничного марша, принимается в свету: от перил до стены. Длина наклонного пути  $L$  (рисунок 3.4) принимается по истинному его значению. Этажные и междуэтажные площадки в целях упрощения и облегчения вычислений, учитывая их небольшие размеры и меньшую сложность движения по ним в сравнении с лестничными маршами, допускается отнести к наклонным путям. Тогда средняя длина наклонного пути в пределах одного этажа детского сада, с учетом движения по площадкам, составит:

- для двухмаршевых лестниц (формула 3.15):

$$L = \frac{L'}{\cos \alpha}, \quad (3.15)$$

где  $L'$  – горизонтальная проекция длины наклонного пути, м;  
 $\alpha$  – угол наклона к горизонту.



Рисунок 3.4 – Расчетная длина пути по лестнице. Обозначения:  
 а – двухмаршевая лестница; б – трехмаршевая лестница

Пути движения в пределах здания детского сада имеют пересечения дверными проемами. Местные сужения называются проемами шириной  $b$ . Длина пути  $L$  в проеме не учитывается, при не превышении 0,7 м, т.е. длины одного шага, так как движение людского потока рассматривается, как движение по расчетному участку горизонтального пути.

Лестничные клетки являются центрами тяготения людских потоков (для первого этажа – выходы наружу), на входе в которые заканчивается второй этап эвакуации. Поэтому расчетные схемы целесообразно составлять для каждой части

этажа, по которой люди эвакуируются через предусмотренную для них лестничную клетку (выход наружу). На рисунке 3.5 приведен пример составления расчетной схемы эвакуации людей по части этажа до входа в лестничную клетку.

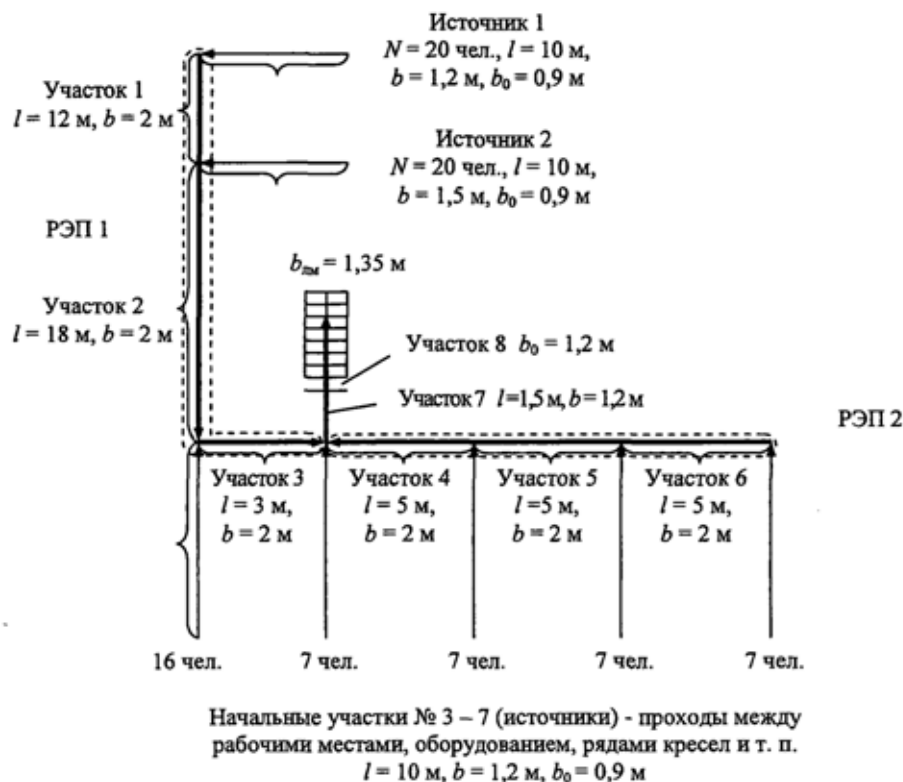


Рисунок 3.5 – Пример составления расчетной схемы эвакуации людей по части этажа до входа в лестничную клетку:  $N$  – количество людей;  $b$  – ширина;  $l$  – длина;  $b_0$  – ширина проема

Площадь горизонтальной проекции человека  $f$ ,  $m^2/чел$  принимается в зависимости от состава людей в потоке в соответствии с приведенными ниже данными.

Время задержки  $t_z$  движения на участке  $i$  из-за образовавшегося скопления людей на границе с последующим участком ( $i+1$ ) определяется по формуле (3.17):

$$t = N \cdot f \cdot \left( \frac{1}{q_{при D=0.9} \cdot b_{i+1}} - \frac{1}{q_i \cdot b_i} \right), \quad (3.17)$$

где  $N$  – количество людей, чел.;

$f$  – площадь горизонтальной проекции,  $m^2$ ;

$q_{при D=0.9}$  – интенсивность движения через участок  $i+1$  при плотности 0,9 и более, м/мин;

$b_{i+1}$  – ширина участка, м, при вхождении на который образовалось скопление людей;

$q_i$  – интенсивность движения на участке  $i$ , м/мин;

$b_i$  – ширина предшествующего участка  $i$ , м.

									Лист
									27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

Время существования скопления  $t_{ск}$  на участке  $i$  определяется по формуле (3.18):

$$t_{ск} = \frac{N \cdot f}{q_{нпу D=0.9} \cdot b_{i+1}}. \quad (3.18)$$

Расчетное время эвакуации по участку  $i$ , в конце которого на границе с участком  $(i+1)$  образовалось скопление людей равно времени существования скопления  $t_{ск}$ . Расчетное время эвакуации по участку  $i$  допускается определять по формуле (3.19):

$$t_i = \frac{l_i}{V_i} + t_3. \quad (3.19)$$

Порядок проведения расчета и математические модели для определения времени блокирования путей эвакуации ОФП.

Производится экспертный выбор сценария или сценариев пожара, при которых ожидаются наихудшие последствия для находящихся в здании людей.

Формулировка сценария развития пожара включает в себя следующие этапы [4]:

- выбор места нахождения первоначального очага пожара и закономерностей его развития;
- задание расчетной области (выбор рассматриваемой при расчете системы помещений, определение учитываемых при расчете элементов внутренней структуры помещений, задание состояния проемов);
- задание параметров окружающей среды и начальных значений параметров внутри помещений.

При выборе места возникновения очага возгорания учитывается количество горючей нагрузки, ее свойства и расположение, вероятность возникновения пожара, возможная динамика его развития, расположение эвакуационных путей и выходов.

Для детского сада распространение пожара осуществляется по расчету линейным распространением пожара по твердой горючей нагрузке.

Скорость выгорания для этих случаев определяется формулами для кругового распространения пожара, для линейного распространения пожара, для неустановившегося горения (3.20):

$$\Psi = \begin{cases} \Psi_{y\partial} \cdot \pi \cdot V^2 \cdot t^2 \\ \Psi_{y\partial} \cdot 2 \cdot V \cdot t \cdot b \\ \Psi_{y\partial} \cdot F \cdot \sqrt{\frac{t}{t_{cm}}} \end{cases}, \quad (3.20)$$

									Лист
									28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	20.03.01.2017.139 ПЗ ВКР				

где  $\Psi_{y\partial}$  – удельная скорость выгорания (для жидкостей установившаяся), кг/(с·м<sup>2</sup>);  
 $V$  – скорость распространения пламени, м/с;  
 $b$  – ширина полосы горючей нагрузки, м;  
 $t_{\text{ст}}$  – время стабилизации горения горючей жидкости, с;  
 $F$  – площадь очага пожара, м<sup>2</sup>.

Выбирается метод моделирования, формулируется математическая модель, соответствующая данному сценарию, и производится моделирование динамики развития пожара. На основании полученных результатов рассчитывается время достижения каждым из опасных факторов пожара предельно допустимого значения на путях эвакуации.

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

Предельно допустимые значения по каждому из опасных факторов пожара составляют:

- по повышенной температуре – 70°C;
- по тепловому потоку – 1400 Вт/м<sup>2</sup>;
- по потере видимости – 20 м (для случая, когда оба горизонтальных линейных размера помещения меньше 20 м, предельно допустимое расстояние по потере видимости следует принимать равным наибольшему горизонтальному линейному размеру);
- по пониженному содержанию кислорода – 0,226 кг/м<sup>3</sup>;
- по каждому из токсичных газообразных продуктов горения (CO<sub>2</sub> – 0.11 кг/м<sup>3</sup>; CO – 1.16·10<sup>-3</sup> кг/м<sup>3</sup>; HCL – 23·10<sup>-6</sup> кг/м<sup>3</sup>).

Необходимо отметить, что при использовании полевой модели определение критического времени имеет существенные особенности, связанные с тем, что критическое значение в различных точках помещения достигается не одновременно. Для помещений с соизмеримыми горизонтальными размерами критическое время определяется как максимальное из критических времен для эвакуационных выходов из данного помещения (время блокирования последнего выхода).

Определяется время блокирования  $t_{\text{бл}}$  по формуле (3.21):

$$t_{\text{бл}} = \min\{t_{\text{кр}}^{n.в.}, t_{\text{кр}}^T, t_{\text{кр}}^{m.з.}, t_{\text{кр}}^{O_2}, t_{\text{кр}}^{m.n.}\}. \quad (3.21)$$

### 3.3 Классификация и область применения методов математического моделирования пожара

Для описания параметров пожара применяются три основных группы детерминистических моделей: интегральные, зонные (зональные) и полевые.

Выбор конкретной модели расчета времени блокирования путей эвакуации следует осуществлять исходя из следующих предпосылок [4]:

- интегральный метод;
- для зданий, содержащих развитую систему помещений малого объема простой геометрической конфигурации;

- для помещений, где характерный размер очага пожара соизмерим с характерными размерами помещения и размеры помещения соизмеримы между собой (линейные размеры помещения отличаются не более чем в 5 раз);
- для предварительных расчетов с целью выявления наиболее опасного сценария пожара.
- зонный (зональный) метод:
  - для помещений и систем помещений простой геометрической конфигурации, линейные размеры которых соизмеримы между собой (линейные размеры помещения отличаются не более чем в 5 раз), когда размер очага пожара существенно меньше размеров помещения;
  - для рабочих зон, расположенных на разных уровнях в пределах одного помещения (наклонный зрительный зал кинотеатра, антресоли и т.д.).
- полевой метод:
  - для помещений сложной геометрической конфигурации, а также помещений с большим количеством внутренних преград (атриумы с системой галерей и примыкающих коридоров, многофункциональные центры со сложной системой вертикальных и горизонтальных связей и т.д.);
  - для помещений, в которых один из геометрических размеров гораздо больше (меньше) остальных (тоннели, закрытые автостоянки большой площади и т.д.);
  - для иных случаев, когда применимость или информативность зонных и интегральных моделей вызывает сомнение (уникальные сооружения, распространение пожара по фасаду здания, необходимость учета работы систем противопожарной защиты, способных качественно изменить картину пожара, и т.д.).

При использовании интегральной и зонной моделей для помещения, один из линейных размеров которого более чем в пять раз превышает хотя бы один из двух других линейных размеров, необходимо это помещение делить на участки, размеры которых соизмеримы между собой, и рассматривать участки как отдельные помещения, сообщающиеся проемами, площадь которых равна площади сечения на границе участков. Использование аналогичной процедуры в случае, когда два линейных размера превышают третий более чем в 5 раз, не допускается.

### 3.3.1 Аналитические соотношения для определения критической продолжительности пожара

Для помещения детского сада, удовлетворяющего условиям применения интегральной модели, при отсутствии систем противопожарной защиты, влияющих на развитие пожара, определяется критическое время по каждому из ОФП с помощью аналитических соотношений [4]:

- по повышенной температуре:

$$t_{кр}^T = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[ 1 + \frac{70-t_0}{(273+t_0) \cdot z} \right] \right\}^{1/n}; \quad (3.22)$$

- по потере видимости:

										Лист
										30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	20.03.01.2017.139 ПЗ ВКР					

$$t_{кр}^{П.В.} = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[ 1 - \frac{V \cdot \ln(1,05 \cdot \alpha \cdot E)}{l_{пр} \cdot B \cdot D_m \cdot Z} \right]^{-1} \right\}^{1/n}; \quad (3.23)$$

– по пониженному содержанию кислорода:

$$t_{кр}^{O_2} = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[ 1 - \frac{0,044}{\left( \frac{B L O_2}{V} + 0,27 \right) \cdot Z} \right]^{-1} \right\}^{1/n}; \quad (3.24)$$

– по каждому из газообразных токсичных продуктов горения:

$$t_{кр}^{Т.Г.} = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[ 1 - \frac{V X}{B \cdot L \cdot Z} \right]^{-1} \right\}^{1/n}; \quad (3.25)$$

$$B = \frac{353 \cdot C_p \cdot V}{(1 - \varphi) \cdot \eta \cdot Q_n}, \quad (3.26)$$

где  $B$  – размерный комплекс, зависящий от теплоты сгорания материала и свободного объема помещения, кг;

$t_0$  – начальная температура воздуха в помещении, °С;

$n$  – показатель степени, учитывающий изменение массы выгорающего материала во времени;

$A$  – размерный параметр, учитывающий удельную массовую скорость выгорания горючего материала и площадь пожара, кг/с<sup>n</sup>;

$Z$  – безразмерный параметр, учитывающий неравномерность распределения ОФП по высоте помещения;

$Q_n$  – низшая теплота сгорания материала, МДж/кг;

$C_p$  – удельная изобарная теплоемкость дымовых газов, МДж/(кг·К) (допускается принимать равной теплоемкости воздуха при 45°С);

$\varphi$  – коэффициент теплопотерь (принимается по данным справочной литературы, при отсутствии данных может быть принят равным 0,55);

$\eta$  – коэффициент полноты горения;

$V$  – свободный объем помещения, м<sup>3</sup>;

$a$  – коэффициент отражения предметов на путях эвакуации;

$E$  – начальная освещенность, лк;

$l_{пр}$  – предельная дальность видимости в дыму, м;

$D_m$  – дымообразующая способность горящего материала, Нп·м<sup>2</sup>/кг;

$L$  – удельный выход токсичных газов при сгорании 1 кг материала, кг/кг;

$X$  – предельно допустимое содержание токсичного газа в помещении, кг/м<sup>-3</sup> ( $X_{CO_2} = 0,11$ ;  $X_{CO} = 1,16 \cdot 10^{-3}$ );

$L_{O_2}$  – удельный расход кислорода, кг/кг.

									Лист
									31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	20.03.01.2017.139 ПЗ ВКР				

Если под знаком логарифма получается отрицательное число, то данный ОФП не представляет опасности.

Параметр  $z$  вычисляют по формуле (3.27):

$$z = \frac{h}{H} \exp\left(1,4 \cdot \frac{h}{H}\right) \text{ при } H \leq 6\text{ м,} \quad (3.27)$$

где  $h$  – высота рабочей зоны, м;

$H$  – высота помещения, м.

Определяется высота рабочей зоны по формуле (3.28):

$$h = h_{пл} + 1,7 - 0,5d, \quad (3.28)$$

где  $h_{пл}$  – высота площадки, на которой находятся люди, над полом помещения, м;  
 $\delta$  – разность высот пола, равная нулю при горизонтальном его расположении, м.

Следует иметь в виду, что наибольшей опасности при пожаре подвергаются люди, находящиеся на более высокой отметке.

Параметры  $A$  и  $n$  вычисляют так:

– для случая горения жидкости с установившейся скоростью по формуле (3.29):

$$A = \Psi_{y\delta} \cdot F; n=1, \quad (3.29)$$

где  $\Psi_{y\delta}$  – удельная массовая скорость выгорания жидкости, кг/(м<sup>2</sup>·с);

$\Psi_{y\delta}$  – для случая горения жидкости с неустановившейся скоростью:

$$A = \frac{0,67 \cdot \Psi_{y\delta} \cdot F}{\sqrt{t_{cm}}}; n=1,5; \quad (3.30)$$

– для кругового распространения пожара по формуле (3.31):

$$A = 1,05 \cdot \Psi_{y\delta} \cdot V^2; n=3, \quad (3.31)$$

где  $V$  – линейная скорость распространения пламени, м/с;

– для вертикальной или горизонтальной поверхности горения в виде прямоугольника, одна из сторон которого увеличивается в двух направлениях за счет распространения пламени (например, распространение огня в горизонтальном направлении по занавесу после охвата его пламенем по всей высоте) по формуле (3.32):

$$A = V \cdot \Psi_{y\delta} \cdot b; n=2, \quad (3.32)$$

где  $b$  – перпендикулярный к направлению движения пламени размер зоны горения, м.

										Лист
										32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

При отсутствии специальных требований значения  $a$  и  $E$  принимаются равными 0,3 и 50 лк соответственно, а значение  $l_{np} = 20$  м.

Расчет индивидуального пожарного риска представлен в приложении В.

### Выводы по разделу 3

В разделе 3 приведены и охарактеризованы основные расчетные величины индивидуального пожарного риска. Представлены и охарактеризованы стадии проведения расчета индивидуального пожарного риска: анализ пожарной опасности здания, оценка последствий воздействия опасных факторов пожара на людей для различных сценариев его развития, принципы составления расчетной схемы эвакуации.

					20.03.01.2017.139 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33



#### 4 МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОБЪЕКТЕ

Основные требования пожарной безопасности, предъявляемые к зданию МДОУ д/с № 55. Основное требование и одно из самых важных: это расположение и размещение здания детского сада, но МДОУ д/с № 55 размещен в жилом и общественном здании. Классификация указанной категории зданий с точки зрения пожарной безопасности регламентирована статьёй 31 Федерального закона от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». Здание МДОУ д/с № 55 относится к классу функциональной пожарной опасности Ф 1.1 – здания дошкольной образовательной организации.

В соответствии с положениями частей 2 и 3 статьи 23 Федерального закона от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», дошкольная образовательная организация – это образовательная организация, осуществляющая в качестве основной цели ее деятельности образовательную деятельность по образовательным программам дошкольного образования, присмотр и уход за детьми.

Что касается размещения детских садов, то требования по размещению установлены СП 4.13130.2013 «Свод правил. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям». В соответствии с пунктом 5.2.2 указанного документа, объекты защиты класса функциональной пожарной опасности Ф1.1 (детские дошкольные учреждения) должны размещаться в отдельно стоящих зданиях, либо выделяться в самостоятельные пожарные отсеки при размещении в жилых и общественных зданиях иного класса функциональной пожарной опасности. При размещении помещений детских дошкольных образовательных учреждений на первых этажах зданий класса Ф1.3 (многоквартирные жилые дома) выделять указанные помещения в самостоятельные пожарные отсеки не требуется [7].

Помещения со спальными местами МДОУ д/с № 55 размещены в отдельных блоках, отдельных от частей здания другого назначения (административно-хозяйственных, бытовых, технических и др.) противопожарными стенами не ниже 2-го типа и перекрытиями не ниже 3-го типа.

Допустимое количество мест в дошкольных учреждениях определяется в зависимости от степени огнестойкости, класс конструктивной пожарной опасности и высотой здания. Детские дошкольные учреждения допускается размещать в каменных зданиях высотой не более 3 этажей. В каменных зданиях допускается размещать не более – 350 человек, что соответствует данным требованиям МДОУ д/с № 55.

В соответствии с частью 8 статьи 87 ФЗ для здания МДОУ д/с № 55 применяется система наружного утепления класса пожарной опасности К0, т. е. без применения горючих материалов.

Также ограничивается класс пожарной опасности декоративно-отделочных материалов и покрытия полов, применяемых в детских садах слабогорючие материалы, умереноопасные и с малой дымообразующей способностью.

										Лист
										34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	20.03.01.2017.139 ПЗ ВКР					

В процессе эксплуатации МДОУ д/с № 55 не допускается увеличивать количество мест, определенное проектной документацией на данное здание. Требования к состоянию территории детского сада направлены на снижение риска возгорания и снижение негативных последствий пожара. Все условия содержания территории прописаны в ППР № 390. К основным требованиям относятся [3]:

- прилегающая к детскому саду территория находится в постоянной чистоте. Отходы горючих веществ, сухая трава и листья в обязательном порядке и регулярно вывозят;
- наличие свободного доступа к подъездным путям, противопожарному инвентарю и водоисточнику;
- недопустимо применение открытых источников огня, (т. е. сжигание мусора не может осуществляться на территории д/с), а также внутри здания, пример, на кухне приготовление пищи допустимо только на электрических плитах.

МДОУ д/с № 55 размещен в здании II степени огнестойкости, класса конструктивной пожарной опасности С0, этажностью двух этажей, при этом количество детей ограничивается 80 человек; в зданиях II степени огнестойкости, класса конструктивной пожарной опасности С1, этажностью не более 2 этажей.

Стены с внутренней стороны, перегородки и перекрытия зданий дошкольных образовательных учреждений в зданиях класса конструктивной пожарной опасности С1 - С3.

Помещение архива, склада или кладовых отсутствуют в здании детского сада, соответственно категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности расчету не подлежат, согласно СП 12.13130.2009 [9].

Внутри здания детского сада правила пожарной безопасности устанавливают ряд мер и требований:

- младшие группы расположены не выше 2 этажа;
- расстановка мебели и оборудования в помещении не препятствует доступу к аварийным выходам и к средствам пожаротушения. Все выходы не должны быть загромождены какими-либо предметами;
- присутствуют указатели и знаки безопасности;
- исправны доводчики на дверях коридорных дверей;
- паласы, ковры закреплены к полу с надежной фиксацией;
- слуховые окна остеклены и закрыты;
- окна в здании не закрыты металлическими решетками;
- применение утюгов допускается только в специально отведенном помещении. Это помещение не может использоваться в других целях (в том числе для хранения белья). Утюг в исправном состоянии;
- помещения обеспечены порошковыми огнетушителями;
- в конце рабочего дня сотрудники МДОУ д/с № 55 осматривают помещения и обесточивают электросеть.

В МДОУ д/с № 55 запрещены следующие действия:

- перепланировка здания МДОУ д/с № 55, что не соответствует строительным нормам и проекту здания;

										Лист
										35
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

– при проведении ремонта запрещено применение строительных материалов с низким классом пожаробезопасности.

– запрещается применение открытого огня внутри и снаружи на территории детского сада № 55;

– в случае отключения электропитания запрещено пользование свечей и керосиновых ламп. Лампы и светильники закрыты рассеивателями или колпаками согласно паспортным данным.

– любые электроприборы могут быть включены в сеть только под наблюдением персонала. Кипятильники, электрочайники и т. д. используются только в специально отведенных местах. Самодельные обогреватели запрещены в любом помещении детского сада.

Закрывать, загромождать эвакуационные пути и выходы запрещено при любых обстоятельствах.

В МДОУ д/с № 55 электрощитки размещены вне специальных помещений, отсюда следующие мероприятия:

– устройства должны быть расположены в удобных и доступных для обслуживания местах;

– пункты и щитки устанавливают в нишах и ящиках или закрывают кожухами;

– пункты и щитки не должны иметь открытых незащищенных токоведущих частей;

– устройства размещают на расстоянии не менее 0,5 м от трубопроводов.

Лестничная клетка МДОУ д/с № 55 внутренняя открытая (тип Л2), согласно № 123-ФЗ, имеется естественное освещение через оконное отверстие. МДОУ д/с № 55, располагаемый в жилом доме имеет эвакуационные выходы. Их количество не менее двух. Ширина эвакуационных выходов из помещений не менее 1,2 м при числе эвакуирующихся более 15 чел.

В качестве второго эвакуационного выхода со второго этажа зданий II степени огнестойкости используется наружная открытая лестница с уклоном для здания МДОУ д/с № 55 не более 45°. При этом данные лестницы рассчитаны на число эвакуируемых не более 70 чел.

Эвакуация происходит через лестничную клетку непосредственно наружу, а также со второго этажа на наружную лестничную клетку (типа Л3).

Требования эвакуации к детскому саду № 55 установлены СП 1.13130.2009 «Свод правил. Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы», основными из которых являются [6]:

– ширина лестничного марша д/с № 55 имеет не менее 1,35 м.

– ширина лестничных площадок не менее ширины марша.

– не менее двух эвакуационных выходов имеют помещения, предназначенные для одновременного пребывания более 10 чел.

– при проектировании эвакуационных выходов из помещений в здании детского сада групповую ячейку допускается считать единым помещением.

– каждый этаж здания имеет не менее 2 эвакуационных выходов.

						20.03.01.2017.139 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			36

– ширина горизонтальных участков путей эвакуации не менее 1,2 м – для общих коридоров, по которым эвакуируются из помещений более 15 чел.

– в качестве второго, третьего и последующих эвакуационных выходов со второго этажа зданий во всех климатических районах используется наружные открытые лестницы с уклоном не более 45°.

Для расчета эвакуации людей при пожаре необходимо учитывать площадь проекции детей и взрослых. Площадь размеров людей изменяются в зависимости от физических данных, возраста и одежды.

Площади горизонтальной проекции детей и подростков представлены в таблицах 4.1 и 4.2.

Таблица 4.1 – Площади горизонтальной проекции детей

Тип одежды	Возрастные группы		
	Младшая до 9 лет	Средняя 10-13 лет	Старшая 14-16 лет
домашняя одежда	0,04	0,06	0,08
домашняя одежда со школьной сумкой	0,07	0,10	0,14
уличная одежда	0,09	0,13	0,16

Таблица 4.2 – Площади горизонтальной проекции взрослых людей

Тип одежды	Ширина (а), м	Толщина (с), м	Площадь горизонтальной проекции, м <sup>2</sup> /чел.
летняя	0,46	0,28	0,100
весенне-осенняя	0,48	0,30	0,113
зимняя	0,50	0,32	0,125

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------










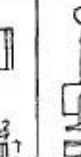




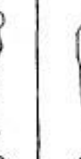
				
$f_{cp} = 0,29$	$f_{cp} = 0,26$	$f_{cp} = 0,18$	$f_{cp} = 0,24$	$f_{cp} = 0,36$
				
$f_{cp} = 0,36$	$f_{cp} = 0,26$	$f_{cp} = 0,39$	$f_{cp} = 0,39$	$f_{cp} = 0,39$
				
$f_{cp} = 0,29$	$f_{cp} = 0,20$	$f_{cp} = 0,32$	$f_{cp} = 0,26$	$f_{cp} = 0,18$

Рисунок 4.1– Площади горизонтальных проекции людей при расчете индивидуального пожарного риска

Для расчета пожарного индивидуального риска в МДОУ д/с № 55 применяется площадь горизонтальной проекции детей –  $0,09 \text{ м}^2/\text{чел}$ .

Площадь горизонтальной проекции человека  $f$ ,  $\text{м}^2/\text{чел}$ . Принимается в зависимости от состава людей в потоке в соответствии с рисунком 4.2 и таблицей 4.3.

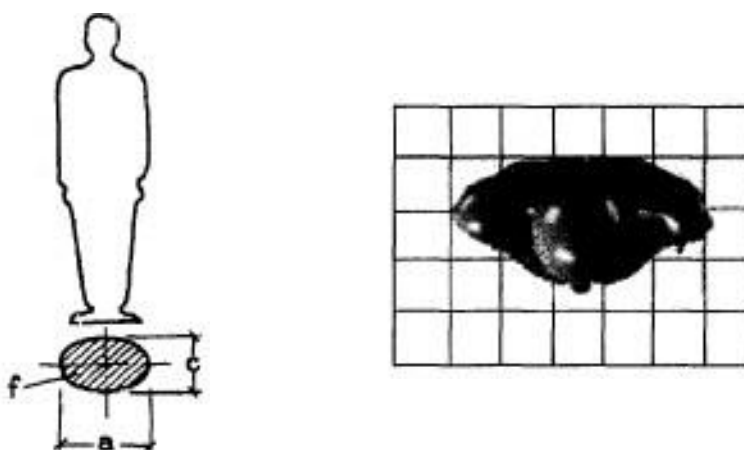


Рисунок 4.2 – Расчет горизонтальной проекции человека

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Таблица 4.3 – Определение плотности людского потока

D, м <sup>2</sup> /м <sup>2</sup>	Горизонтальный путь		Проём	Лестница вниз		Лестница вверх	
	V, м/мин.	q, м/мин.	q, м/мин.	V, м/мин.	q, м/мин.	V, м/мин.	q, м/мин.
Дети дошкольного возраста (здания дошкольных образовательных организаций)							
0,01	60,00	0,60	0,60	47,00	0,47	47,00	0,47
0,05	47,19	2,36	2,66	38,36	1,92	36,96	1,85
0,1	35,75	3,58	3,85	32,17	3,22	28,00	2,80
0,2	24,31	4,86	4,80	25,98	5,20	19,05	3,81
0,3	17,62	5,29	4,64	-	-	-	-
0,4	12,88	5,15	3,77	-	-	-	-
0,5	9,19	4,60	2,37	-	-	-	-

При определении плотности людского потока  $D_i$  через площадь горизонтальной проекции человека  $f$  м<sup>2</sup>/чел., значение  $f$  м<sup>2</sup>/чел. принимается в соответствии с приведенными ниже данными:

– 0,09 м<sup>2</sup>/чел – для детей дошкольного возраста;

Для быстрого реагирования на эвакуацию людей из здания необходимо обеспечить фотолюминесцентными планами эвакуации, их число обычно соответствует количеству эвакуационных выходов. Проверяется наличие планов, соответствие места фактического размещения с указанным на плане, освещенность места размещения, соответствие требованиям ГОСТ Р 12.2.143-2009 [5].

Наружные пожарные лестницы МДОУ д/с №55 содержатся в исправном состоянии и не менее одного раза в год проводится обследование целостности конструкции с составлением акта по результатам проверки. Не реже одного раза в пять лет подвергается периодическим испытаниям. Испытания и ежегодное обследование проводят организации, имеющие обученный персонал, аттестованное испытательное оборудование и измерительный инструмент с результатами его проверок.

Высота ограждений лестниц в МДОУ д/с № 55 не менее 1,2 м.

Из помещений, этажей здания МДОУ д/с № 55 предусмотрено 4 эвакуационных выхода. Запоры на дверях эвакуационных выходов обеспечиваются их свободного открывания изнутри без ключа.

Запрещается:

– снимать двери эвакуационных выходов из коридоров, холлов, фойе, тамбуров и лестничных клеток, другие двери, препятствующие распространению опасных факторов пожара на путях эвакуации;

– загромождать эвакуационные пути и выходы (в том числе проходы, коридоры, тамбуры, галереи, лифтовые холлы, лестничные площадки, марши лестниц, двери, эвакуационные люки) различными материалами, изделиями, оборудовани-

									Лист
									39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	20.03.01.2017.139 ПЗ ВКР				

ем, производственными отходами, мусором и другими предметами, а также блокировать двери эвакуационных выходов;

- устраивать в лестничных клетках и поэтажных коридорах кладовые и другие подсобные помещения, а также хранить под лестничными маршами и на лестничных площадках вещи, мебель и другие горючие материалы;

- устраивать в тамбурах выходов сушилки и вешалки для одежды, гардеробы, а также хранить (в том числе временно) инвентарь и материалы;

- устанавливать в лестничных клетках внешние блоки кондиционеров;

- одновременное пребывание более 50 человек в помещениях с одним эвакуационным выходом;

- фиксировать самозакрывающиеся двери лестничных клеток, коридоров, холлов и тамбуров в открытом положении (если для этих целей не используются устройства, автоматически срабатывающие при пожаре), а также снимать их;

- изменять направление открывания дверей.

Ковры и другие покрытия полов в МДОУ д/с № 55 на путях эвакуации надежно крепятся к полу.

Для обеспечения эвакуации в темное время суток при отключении электричества, должно быть наличие исправных электрических фонарей из расчета 1 фонарь на 50 человек. Эвакуационное освещение включается автоматически при прекращении электропитания рабочего освещения.

В соответствии с положениями действующей в настоящее время методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности, утверждённой приказом МЧС России от 30.06.2009 № 382, допускается проведение расчётов пожарного риска для зданий определённых классов функциональной пожарной опасности, в том числе Ф 4.1 (здания организаций дополнительного образования детей). При этом проведение расчётов пожарного риска для зданий класса функциональной пожарной опасности Ф 1.1 (здания дошкольных образовательных организаций) не предусмотрено [4].

МДОУ д/с № 55 оснащен системой оповещения и управления людей при возникновении пожароопасной ситуации. Речевое оповещение направлено на уведомление сотрудников МДОУ и должно способствовать снижению возникновения паники. Следует строго следить за наличием и состоянием зрительных извещателей и указателей.

В случае срабатывания пожарной сигнализации, сигнал выводится в пожарную часть. При проведении работ с автоматической системой оповещения, вызвавших ее отключение, руководитель МДОУ д/с № 55 обязан оповестить об этом пожарную охрану.

Противопожарный комплекс мер включает в себя обязательное наличие автоматической защиты. Обязанность по установке и эксплуатации пожарной автоматики целиком и полностью возложена на администрацию дошкольного учреждения.

При невозможности самостоятельно отслеживать техническое состояние автоматической системы, администрация МДОУ д/с № 55 заключила договор со специализированной организацией, предоставляющие эти услуги.

										Лист
										40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	20.03.01.2017.139 ПЗ ВКР					

МДОУ д/с № 55 оборудован системой автоматической пожарной сигнализации (далее – АПС) и системой оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре (далее – СОУЭ). Кроме этого, согласно ч.7 ст.83 ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» МДОУ д/с № 55 обеспечен дублированием сигналов АПС о пожаре на пульт подразделения пожарной охраны без участия работников объекта и (или) транслирующей этот сигнал МДОУ д/с № 55.

Пульт контроля и управления охранно-пожарный «С2000М» (далее – пульт) предназначен для работы в составе систем охранной и пожарной сигнализации для контроля состояния и сбора информации с приборов системы, ведения протокола возникающих в системе событий, индикации тревог, управления постановкой на охрану, снятием с охраны, управления автоматикой. Пульт объединяет подключенные к нему приборы в одну систему, обеспечивая их взаимодействие между собой. Пульт отображает сообщения о пожарах, тревогах, неисправностях, постановке на охрану, снятии с охраны и других возможных событиях. В случае срабатывания адресного извещателя, происходит звуковой сигнал оповещателей. На пульте отображается адрес местонахождения срабатывания извещателя (дымового или ручного), где необходимо ликвидировать очаг возгорания или при распространения пожара эвакуировать детей в безопасную зону. Коэффициент, учитывающий соответствие установок автоматического пожаротушения (далее - АУПТ) требованиям нормативных документов по пожарной безопасности = 0,9, т.к. оборудование здания системой АУПТ не требуется в соответствии с требованиями нормативных документов по пожарной безопасности. Система дымоудаления отсутствует и не предусмотрена требованием пожарной безопасности.

Как показывают результаты анализа пожаров, одной из наиболее распространенных причин возникновения пожаров является ненадлежащее содержание электрооборудования.

При эксплуатации электрохозяйства запрещается:

- оставлять по окончании рабочего времени не обесточенными электроустановки и бытовые электроприборы в помещениях, в которых отсутствует дежурный персонал, за исключением дежурного освещения, систем противопожарной защиты, а также других электроустановок и электротехнических приборов, если это обусловлено их функциональным назначением и (или) предусмотрено требованиями инструкции по эксплуатации;
- прокладка и эксплуатация воздушных линий электропередачи (в том числе временных и проложенных кабелем) над горючими кровлями, навесами;
- эксплуатировать электропровода и кабели с видимыми нарушениями изоляции;
- пользоваться розетками, рубильниками, другими электроустановочными изделиями с повреждениями;
- обертывать электролампы и светильники бумагой, тканью и другими горючими материалами;
- эксплуатировать светильники со снятыми колпаками (рассеивателями), предусмотренными конструкцией светильника;
- пользоваться электроутюгами, электроплитками, электрочайниками и другими электронагревательными приборами, не имеющими устройств тепловой за-

					20.03.01.2017.139 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41



щиты, а также при отсутствии или неисправности терморегуляторов, предусмотренных конструкцией;

- применять нестандартные (самодельные) электронагревательные приборы;
- оставлять без присмотра включенными в электрическую сеть электронагревательные приборы, а также другие бытовые электроприборы, в том числе находящиеся в режиме ожидания, за исключением электроприборов, которые могут и (или) должны находиться в круглосуточном режиме работы в соответствии с инструкцией завода-изготовителя;

- при проведении аварийных и других строительно-монтажных и реставрационных работ использовать временную электропроводку, включая удлинители, сетевые фильтры, не предназначенные по своим характеристикам для питания применяемых электроприборов;

- соединения жил электропроводов выполнять методом «скрутки»;
- эксплуатировать с открытыми крышками электрораспределительные коробки.

В МДОУ д/с № 55 объемом менее 5000 м<sup>3</sup> допускается не предусматривать внутренний противопожарный водопровод.

У гидрантов установлены соответствующие указатели. На них четко нанесены цифры, указывающие расстояние до водоисточника.

Ближайшая пожарная часть № 2 расположена от детского сада на расстоянии 2,6 км, время прибытия при вызове пожарной службы составляет 4 минуты, что соответствует требованиям.

Пожарная безопасность в МДОУ д/с № 55 кроме технических мер включает в себя меры по информированию персонала и детей о правилах поведения для снижения риска пожаров. Любой сотрудник в детском саду, прежде чем приступить к выполнению своих должностных обязанностей, в обязательном порядке проходит инструктаж и пожарно-технический минимум.

Ежегодно, руководитель детского сада назначает лицо, ответственное за пожарную безопасность.

Ответственный проводит вводный инструктаж (для вновь принятых работников), первичный (непосредственно на рабочем месте работника перед трудовой деятельностью), повторный (один раз в полгода), внеплановый (при изменениях в требованиях, правил, внутренних документов, а также при аварии, инциденте и т.п.) и целевой (перед работами не связанные с должностными обязанностями).

Ответственное лицо обязано знать:

- все внутренние правила, инструкции;
- законодательные акты и нормы, регулирующие вопросы пожаробезопасности;
- все находящееся в здании оборудование и его особенности эксплуатации.
- Номера телефонов для быстрого вызова пожарной службы.

Совместная работа руководителя детского сада и лица ответственного за пожарную безопасность должна быть активной и направленной на предотвращение возникновения возгорания в учреждении. Инструктаж направлен на обучение персонала необходимым мерам по снижению риска развития пожара. Обучение

										Лист
										42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	20.03.01.2017.139 ПЗ ВКР					

правилам поведения при пожаре направлено на оперативную эвакуацию детей без возникновения паники и с наименьшими финансовыми потерями.

Кроме обучения персонала, воспитатели и руководитель детского сада должны проводить обучение с воспитанниками и консультации с родителями. Для этого проводятся уроки по пожарной безопасности и группы оснащаются тематическими плакатами для наглядного восприятия информации.

В документацию входят следующие документы:

- Декларация пожарной безопасности;
- Инструкция о мерах пожарной безопасности на объекте;
- Журнал проведения противопожарного инструктажа;
- Удостоверения о прохождении обучения по программе Пожарно-технического минимума;
- Протокол проверки знаний требований пожарной безопасности всех работников организации;
- Приказ о порядке и сроках проведения противопожарного инструктажа и прохождения пожарно-технического минимума;
- Приказ о назначении лица, ответственного за пожарную безопасность на объекте;
- Инструкция о порядке действий обслуживающего персонала на случай возникновения пожара в дневное и ночное время;
- Инструкция о действиях персонала по эвакуации людей при пожаре, 1 раза в полугодие - практические тренировки;
- Приказ о запрете курения;
- Инструкция о порядке действий дежурного персонала при получении сигналов о пожаре и неисправности установок (систем) противопожарной защиты объекта;
- Журнал учета наличия, периодичности осмотра и сроков перезарядки огнетушителей, а также иных первичных средств пожаротушения;

В МДОУ д/с № 55 хранятся исполнительная документация на системы пожарной автоматики, протоколы и акты выполненных работ по пожарной безопасности, сертификаты и паспорта на первичные средства тушения пожара, средства противопожарной защиты, противопожарные двери и т.п.:

- Расчеты по определению категорий помещений складского и производственного назначения по взрывопожарной и пожарной опасности;
- Акты проведения огнезащитной обработки сгораемых конструкций кровли зданий, сертификат на огнезащитный состав, лицензия организации, выполнявшей работы;
- Акты проверки качества огнезащитной обработки;
- Акты проведения обследования целостности конструкций наружных пожарных лестниц и ограждений кровли зданий;
- Акты проведения эксплуатационных испытаний наружных пожарных лестниц и ограждений кровли зданий;
- Акты проверки устройств блокировки вентиляционных систем с автоматическими установками пожарной сигнализации или пожаротушения, автоматических устройств отключения вентиляции при пожаре;

										Лист
										43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	20.03.01.2017.139 ПЗ ВКР					



жарную охрану и поставить в известность вышестоящее руководство, дежурного администратора, ответственного дежурного по объекту; в случае угрозы жизни людей немедленно организовать их спасение, используя для этого имеющиеся силы и средства; проверить включение в работу автоматических систем противопожарной защиты (оповещения людей о пожаре, пожаротушения, противодымной защиты); при необходимости отключить электроэнергию (за исключением систем противопожарной защиты), остановить работу транспортирующих устройств, агрегатов, аппаратов, перекрыть паровых и водяных коммуникаций, остановить работу систем вентиляции в аварийном и смежном с ним помещениях, выполнить другие мероприятия, способствующие предотвращению развития пожара и задымления помещений здания; прекратить все работы в здании, кроме работ, связанных с мероприятиями по ликвидации пожара; удалить за пределы опасной зоны всех работников, не участвующих в тушении пожара; осуществить общее руководство по тушению пожара (с учетом специфических особенностей объекта) до прибытия подразделения пожарной охраны; обеспечить соблюдение требований безопасности работниками, принимающими участие в тушении пожара; одновременно с тушением пожара организовать эвакуацию и защиту материальных ценностей; организовать встречу подразделений пожарной охраны и оказать помощь в выборе кратчайшего пути для подъезда к очагу пожара.

По прибытии пожарного подразделения руководитель объекта (или лицо его замещающее) обязан проинформировать руководителя тушения пожара о конструктивных и технологических особенностях объекта, прилегающих строений и сооружений, количестве и пожароопасных свойствах хранимых и применяемых веществ, материалов, изделий и других сведениях, необходимых для успешной ликвидации пожара, а также организовывать привлечение сил и средств объекта к осуществлению необходимых мероприятий, связанных с ликвидацией пожара и предупреждением его развития.

Частота возникновения пожара в течение года составляет  $1,26 \cdot 10^{-3}$ .

#### Выводы по разделу 4

В разделе 4 рассмотрены основные требования пожарной безопасности, предъявляемые к зданию МДОУ д/с № 55, а именно размещение и расположение детского сада № 55, степень огнестойкости здания, пути эвакуации, нарушения требований по пожарной безопасности детского сада № 55, необходимые мероприятия по пожарной безопасности, проекции людей для расчета пожарного риска.

					20.03.01.2017.139 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

## 5 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

### 5.1 Построение графика Ганта

Организационный раздел представляет собой графическую информацию о ходе выполнения выпускной квалификационной работы.

В организационной части раздела составлен перечень всех работ, необходимых для выполнения данного мероприятия. Составлена последовательность всего комплекса работ и распределение трудовых ресурсов на эти работы.

Одним из популярных средств планирования действий, позволяющим наглядно продемонстрировать их очередность и длительность является график Ганта, представленный в таблице 5.1. Отдельные действия на нем представляются отрезками параллельными оси времени, длина каждого пропорциональна продолжительности соответствующего действия [13].

Таблица 5.1 – План-график Ганта разработки и внедрения ВКР

Наименование работы	Продолжительность в месяцах											
	12.01	02.03	10.03	12.03	22.03	10.04	15.04	25.04	19.05	30.05	30.05	09.06
1 Сбор материалов на практике	■	■										
2 Согласование темы			■									
3 Составление отчета по преддипломной практике		■										
4 Составление плана разработки выпускной квалификационной работы			■	■								
5 Сбор данных	■	■	■	■								
6 Оформление пояснительной записки				■	■	■	■	■	■	■		
7 Оформление введения, первой и второй глав выпускной квалификационной работы				■	■	■	■					
8 Расчет затрат на реализацию выпускной квалификационной работы								■	■			
9 Оформление третьей и четвертой глав выпускной квалификационной работы								■	■	■		
10 Получение допуска к защите выпускной квалификационной работы											■	■





По формуле (5.3):

$$N_a^k = \frac{100}{4} = 25\%,$$

$$N_a^п = \frac{100}{4} = 25\%,$$

Так как стоимость компьютера и принтера составляет 17 000 рублей и 1500 рублей соответственно, то по формуле (5.2) производим расчет амортизации:

$$A_r^k = \frac{17000 \cdot 25}{100} = 4250 \text{ рублей/год},$$

$$A_r^п = \frac{1500 \cdot 25}{100} = 375 \text{ рублей/год}.$$

По формуле (5.4):

$$A_r^k = \frac{4250}{360} = 11,805 \text{ рублей/день},$$

$$A_r^п = \frac{375}{360} = 1,04 \text{ рублей/день},$$

Амортизационные отчисления за 32 дня компьютера и 6 дней принтера составят 384 руб.

Представим все выше найденные значения в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Амортизация компьютера и принтера

Критерии	Компьютер	Принтер
Срок службы, лет	4	4
Годовая норма амортизации, %	25	25
Первоначальная стоимость, рублей	17 000	1500
Амортизация	377,76	6,24
Общая сумма амортизационных отчислений, руб.	384	

Компьютер потребляет 0,12 кВт·ч электроэнергии. Для выполнения пояснительной записки дипломной работы, включая работу над компьютерной программой необходимо затратить по 8 часов работы за компьютером в течении 32.

Стоимость 1 кВт·ч составляет 1,69 рубля, следовательно затраты (З) на электроэнергию составят:

$$З = 0,12 \cdot 32 \cdot 8 \cdot 1,69 = 51,92 \text{ рублей}.$$



Суммарные затраты за время работы над дипломной работой представлены в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Итоговая смета затрат

Наименование статьи затрат	Сумма, руб.
Материалы и покупные комплектующие изделия	875
Заработная плата	4754,18
Страховые взносы	1426,27
Амортизация оборудования	384
Затраты на электроэнергию	51,92
Итого	7 491,37

Таким образом затраты на разработку выпускной квалификационной работы составляют 7 491,37 рублей.

### 5.3 Избежание штрафа государственного пожарного надзора МЧС России за отсутствие документации по пожарной безопасности

За отсутствие организационно-распорядительной документации по пожарной безопасности в МДОУ д/с № 55, государственный пожарный инспектор по надзору выписывает штраф на граждан в размере от одной тысячи до одной тысячи пятисот рублей; на должностных лиц – от шести тысяч до пятнадцати тысяч рублей; на юридических лиц – от ста пятидесяти тысяч до двухсот тысяч рублей. Повторное совершение административного правонарушения влечет наложение административного штрафа на граждан в размере от четырех тысяч до пяти тысяч рублей; на должностных лиц – от двадцати тысяч до тридцати тысяч рублей; на лиц, осуществляющих предпринимательскую деятельность без образования юридического лица, – от сорока тысяч до пятидесяти тысяч рублей или административное приостановление деятельности на срок до девяноста суток; на юридических лиц – от двухсот тысяч до четырехсот тысяч рублей или административное приостановление деятельности на срок до девяноста суток [1].

Разработка организационно-распорядительной документации является должностной обязанностью инженера по пожарной безопасности или ответственного лица за пожарную безопасность, поэтому дополнительные средства на оплату данной работы в МДОУ д/с № 55 не выделяются. Поэтому разработка документов по пожарной безопасности является обязательной, и данная работа должна быть выполнена, с целью недопущения штрафов. Но для расчета пожарного риска не обязательно вызывать специалистов сторонней организации, т.к. для расчета пожарного риска не требуется лицензия [1].

### Выводы по разделу 5

В организационно-экономической части выпускной квалификационной работы составлен план-график Ганта разработки и внедрения данной работы, приве-

										Лист
										50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	20.03.01.2017.139 ПЗ ВКР					

ден расчет затрат на разработку выпускной квалификационной работы. Проведено сравнение затрат на самостоятельную разработку пожарной документации и на оплату штрафов, в случае отсутствия необходимой документации по пожарной безопасности.

					20.03.01.2017.139 ПЗ ВКР	Лист
						51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенной работы достигнута основная цель выпускной квалификационной работы – рассчитан индивидуальный пожарный риск МДОУ д/с № 55.

В выпускной квалификационной работе представлена характеристика МДОУ д/с № 55, а также характеристика материально-технического обеспечения и оснащенность образовательного процесса.

Представлена характеристика детского сада № 55, рассмотрен устав МДОУ, основные функции воспитателей, размещение оборудования, площадок, групповых помещений и расположение МДОУ детского сада № 55.

Рассмотрены понятия «Пожарный риск» и «Индивидуальный пожарный риск», порядок проведения расчета индивидуального пожарного риска, а также для чего предназначен пожарный риск и по каким требованиям он не должен превышать нормы.

Приведены и охарактеризованы основные расчетные величины индивидуального пожарного риска. Представлены и охарактеризованы стадии проведения расчета индивидуального пожарного риска: анализ пожарной опасности здания, оценка последствий воздействия опасных факторов пожара на людей для различных сценариев его развития, принципы составления расчетной схемы эвакуации.

Рассмотрены основные требования пожарной безопасности, предъявляемые к зданию МДОУ д/с № 55, а именно размещение и расположение детского сада № 55, степень огнестойкости здания, пути эвакуации, нарушения требований по пожарной безопасности детского сада № 55, необходимые мероприятия по пожарной безопасности, проекции людей для расчета пожарного риска.

По результатам расчета пожарного риска, который не соответствует требованию пожарной безопасности, необходимо обеспечить дополнительный аварийный выход непосредственно ведущий на наружную лестничную клетку открытого типа со второго этажа для быстрого реагирования и эвакуации детей из здания МДОУ д/с № 55.

В организационно-экономическом разделе выпускной квалификационной работы составлен план-график Ганта разработки и внедрения данной работы, приведен расчет затрат на разработку выпускной квалификационной работы. Проведено сравнение затрат на самостоятельную разработку пожарной документации и на оплату штрафов, в случае отсутствия необходимой документации по пожарной безопасности.

										Лист
										52
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	20.03.01.2017.139 ПЗ ВКР					



ПРИЛОЖЕНИЯ

					20.03.01.2017.139 ПЗ ВКР	Лист
						54
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Расчет времени эвакуации людей из МДОУ д\с № 55

Все пути эвакуации рассмотрены на рисунках А.1 и А.2

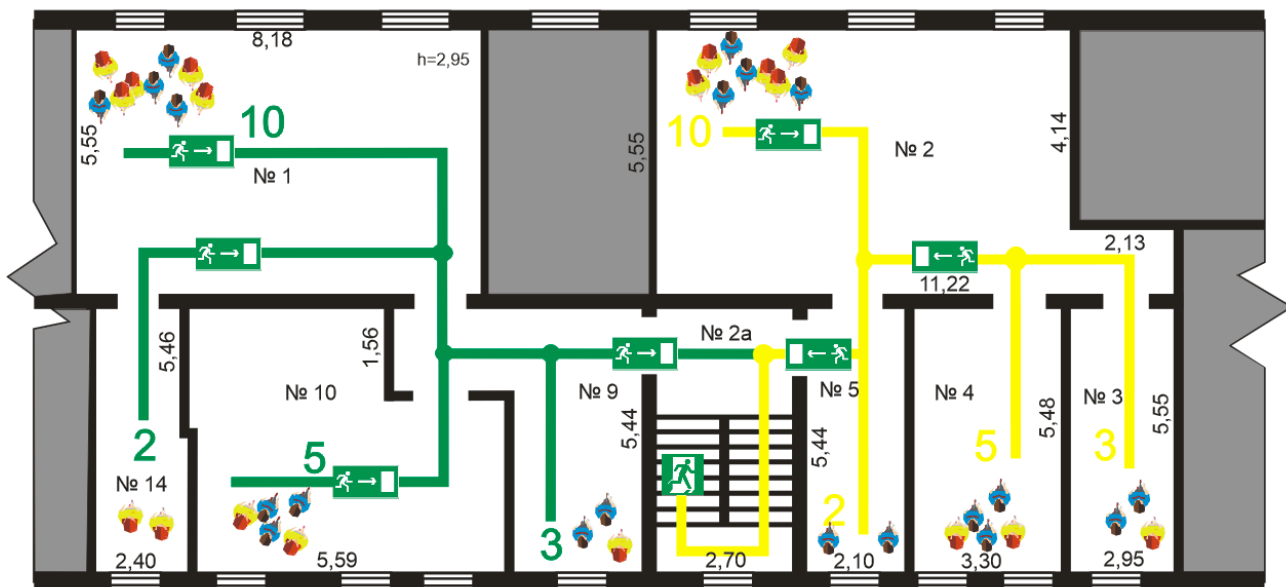


Рисунок А.1 – Эвакуация людей из помещений второго этажа  
МДОУ д\с № 55

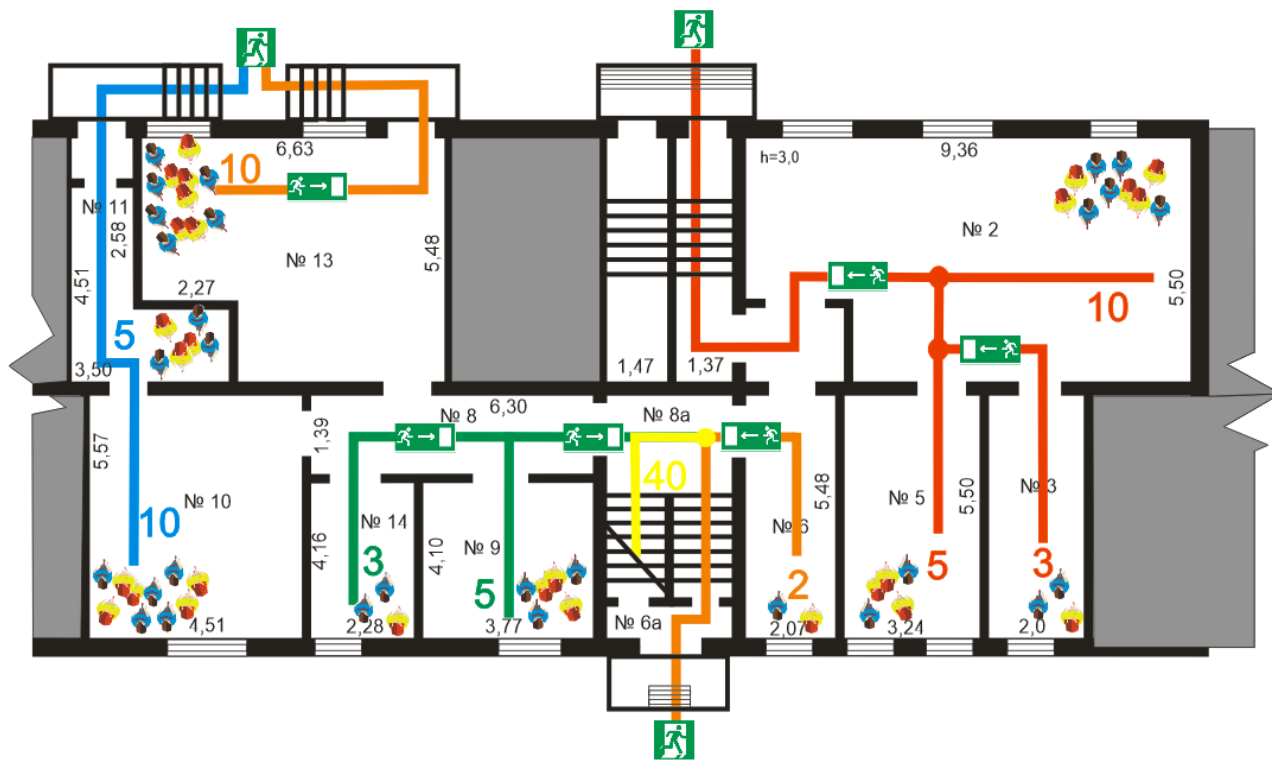


Рисунок А.2– эвакуация людей из помещений первого этажа  
МДОУ д\с № 55

					20.03.01.2017.139 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

Соответственно для эвакуации людей, выбираем худший вариант развития очага возгорания. В первом сценарии очаг возгорания происходит на первом этаже в помещении № 6 по экспликации проекта МДОУ д/с № 55.

Находим время движения людского потока со второго этажа дальней точки от лестничной клетки.

На рисунках А.1, А.2 изображены две дальние точки начала эвакуации людей до лестничной клетке, поэтому определяем два развития эвакуации людей и их слияние на лестничной клетке.

Первое развитие эвакуации происходит по желтой линии, начиная с дальней точки, а именно трех человек:

$$D_1 = \frac{N_1 \cdot f}{l_1 \cdot \delta_1} = \frac{1 \cdot 0,125}{5,5 \cdot 1,95} + \frac{2 \cdot 0,09}{5,5 \cdot 1,95} = 0,0116 + 0,0168 = 0,0284$$

где  $N_1$  – число людей на первом участке, чел.;

$f$  – средняя площадь горизонтальной проекции человека, принимаемая равной,  $m^2$ :

- взрослого в домашней одежде 0,1;
- взрослого в зимней одежде 0,125;
- ребенка до 9 лет в уличной одежде 0,09.

$\delta_1$  – ширина первого участка пути, м;

$l_1$  – длина первого участка пути, м.

Согласно таблице 4.1, скорость движения людского потока на первом участке составляет 47,19 м/мин, отсюда находим время движения по участку пути в минуту:

$$t_1 = \frac{l_1}{v_1} = \frac{5,5}{47,19} = 0,116$$

Отсюда выводим интенсивность движения людского потока  $q_1=2,36$ .

$$q_2 = \frac{q_1 \cdot \delta_1}{\delta_2} = \frac{2,36 \cdot 1,95}{0,9} = 5,11 > q_{max}$$

$$t_3^1 = N \cdot f \cdot \left( \frac{1}{q_{пр} \cdot \delta_{m+1}} - \frac{1}{q_1 \cdot \delta_1} \right) = 3 \cdot 0,09 \left( \frac{1}{4,8 \cdot 0,9} - \frac{1}{2,36 \cdot 1,95} \right) = 0,0038 \text{ мин}$$

$$t_2 = \frac{l_1}{v_1} + t_3^1 = 0,0038$$

$$q_3 = \frac{q_2 \cdot \delta_2}{\delta_3} = \frac{4,8 \cdot 0,9}{1,5} = 2,88$$

										Лист
										56
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	20.03.01.2017.139 ПЗ ВКР					

$$t_3 = \frac{l_3}{v_3} = \frac{1}{47,19} = 0,0212$$

Слияние двух потоков в помещении № 2 согласно экспликации МДОУ д/с № 55, поэтому необходимо рассчитать интенсивность второго потока людей при скоплении в одной точке:

$$D_{2'} = \frac{N_{2'} \cdot f}{l_{1'} \cdot \delta_{1'}} = \frac{5 \cdot 0,09}{5,4 \cdot 3,3} = 0,025$$

$$\Rightarrow q = 0,6$$

$$t_{1'} = \frac{l_{1'}}{v_{1'}} = \frac{5,4}{60} = 0,09$$

$$q_{2'} = \frac{q_{1'} \cdot \delta_{1'}}{\delta_{2'}} = \frac{0,6 \cdot 3,3}{0,9} = 2,2 < q_{max}$$

Дверной проем -  $v_{2'} = 47,19$  м/мин

$$t_{2'} = \frac{l_{2'}}{v_{2'}} = 0$$

$$q_3 = \frac{\sum_{i=1}^n q_{i-1} \cdot \delta_{i-1}}{\delta_1} = \frac{2,2 \cdot 0,9 + 2,88 \cdot 1,5}{5,6} = 1,125$$

$$t_3 = \frac{l_3}{v_3} = \frac{4}{60} = 0,067$$

Слияние с третьим потоком состоящего из 10 детей помещения № 2 согласно экспликации проекта МДОУ д/с № 55, для этого необходимо найти интенсивность движения потока людей:

$$D_{3'} = \frac{N_{3'} \cdot f}{l_{1'} \cdot \delta_{1'}} = \frac{10 \cdot 0,09}{4 \cdot 9,4} = 0,024$$

$$\Rightarrow q = 0,6$$

$$q_4 = \frac{\sum_{i=1}^n q_{i-1} \cdot \delta_{i-1}}{\delta_4} = \frac{0,6 \cdot 9,4 + 1,125 \cdot 5,6}{9,6} = 1,24$$

$$t_4 = \frac{l_4}{v_4} = \frac{1}{60} = 0,0167$$

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					20.03.01.2017.139 ПЗ ВКР	57



$$q_5 = \frac{q_4 \cdot \delta_4}{\delta_5} = \frac{1,24 \cdot 9,6}{0,9} = 13,22 > q_{max}$$

Т.к. слияние еще 10 детей к первому и второму потоку приводит к задержке времени у дверного проема, соответственно:

$$t_3^2 = N \cdot f \cdot \left( \frac{1}{q_{пр} \cdot \delta_{m+1}} - \frac{1}{q_4 \cdot \delta_4} \right) = 18 \cdot 0,09 \left( \frac{1}{4,8 \cdot 0,9} - \frac{1}{1,24 \cdot 9,6} \right) = 0,238 \text{ мин}$$

$$t_5 = \frac{l_5}{v_5} + t_3^2 = 0,238 \text{ мин}$$

Время задержки у дверного проема 18 человек.

$$D_{4'} = \frac{N_{4'} \cdot f}{l_{1'} \cdot \delta_{1'}} = \frac{2 \cdot 0,125}{5,4 \cdot 2,1} = 0,022$$

$$\Rightarrow q = 0,6$$

$$q_6 = \frac{\sum_{i=1}^n q_{i-1} \cdot \delta_{i-1}}{\delta_6} = \frac{4,8 \cdot 0,9 + 0,6 \cdot 2,1}{1,0} = 5,58 > q_{max}$$

$$t_3^3 = N \cdot f \cdot \left( \frac{1}{q_{пр} \cdot \delta_{m+1}} - \frac{1}{q_4 \cdot \delta_4} \right) = 20 \cdot 0,09 \left( \frac{1}{4,8 \cdot 1,0} - \frac{1}{4,8 \cdot 0,9 + 0,6 \cdot 2,1} \right) = 0,0528 \text{ мин}$$

$$t_6 = \frac{l_6}{v_6} + t_3^3 = 0,0528 \text{ мин}$$

Проход через лестничную клетку и есть основная проблема при эвакуации детей из здания, так как это единственный выход непосредственно наружу из здания детского сада, при этом рассчитывается два потока людей из помещений второго этажа, следовательно, рассчитываем второй поток из помещений второго этажа дальней точки, а именно помещения № 14 согласно проекту экспликации МДОУ д/с № 55.

$$D_{5'} = \frac{N_{5'} \cdot f}{l_{1''} \cdot \delta_{1''}} = \frac{2 \cdot 0,09}{5,46 \cdot 2,4} = 0,0137$$

$$\Rightarrow q_{1''} = 0,6$$

$$t_{1''} = \frac{l_{1''}}{v_{1''}} = \frac{5,46}{60} = 0,091 \text{ мин}$$

										Лист
										58
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	20.03.01.2017.139 ПЗ ВКР					

$$q_{2''} = \frac{q_{1''} \cdot \delta_{1''}}{\delta_{2''}} = \frac{0,6 \cdot 2,4}{0,9} = 1,6$$

$$t_{2''} = \frac{l_{2''}}{v_{2''}} = \frac{0}{60} = 0 \text{ мин}$$

$$q_{3''} = \frac{q_{2''} \cdot \delta_{2''}}{\delta_{3''}} = \frac{1,6 \cdot 0,9}{5,55} = 0,26$$

$$t_{3''} = \frac{l_{3''}}{v_{3''}} = \frac{6}{60} = 0,1 \text{ мин}$$

$$q_{4''} = \frac{\sum_{i=1}^n q_{i-1} \cdot \delta_{i-1}}{\delta_4} = \frac{0,6 \cdot 5,55 + 0,26 \cdot 5,55}{0,9} = 5,3 > q_{max}$$

$$D_{6'} = \frac{N_{6'} \cdot f}{l_{1'} \cdot \delta_{1'}} = \frac{10 \cdot 0,09}{8 \cdot 5,55} = 0,02$$

$$\Rightarrow q = 0,6$$

$$t_3^4 = N \cdot f \cdot \left( \frac{1}{q_{пп} \cdot \delta_{m+1}} - \frac{1}{q_4 \cdot \delta_4} \right) = 12 \cdot 0,09 \left( \frac{1}{4,8 \cdot 0,9} - \frac{1}{0,6 \cdot 5,55 + 0,26 \cdot 5,55} \right) \\ = 0,022 \text{ мин}$$

$$t_{4''} = \frac{l_{4''}}{v_{4''}} + t_3^4 = 0,022 \text{ мин}$$

$$D_{7'} = \frac{N_{7'} \cdot f}{l_{1'} \cdot \delta_{1'}} = \frac{5 \cdot 0,09}{1 \cdot 0,9} = 0,5$$

$$q_{5''} = \frac{\sum_{i=1}^n q_{i-1} \cdot \delta_{i-1}}{\delta_5} = \frac{4,8 \cdot 0,9 + 2,37 \cdot 0,9}{1,5} = 4,302 < q_{max}$$

$$t_{5''} = \frac{l_{5''}}{v_{5''}} = \frac{2}{24,31} = 0,08 \text{ мин}$$

$$D_{8'} = \frac{N_{8'} \cdot f}{l_{1'} \cdot \delta_{1'}} = \frac{3 \cdot 0,09}{5,44 \cdot 2,6} = 0,019$$

$$q_{6''} = \frac{\sum_{i=1}^n q_{i-1} \cdot \delta_{i-1}}{\delta_6} = \frac{0,6 \cdot 2,6 + 4,302 \cdot 1,5}{1,5} = 5,342 < q_{max}$$

						20.03.01.2017.139 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			59

$$t_{6''} = \frac{l_{6''}}{v_{6''}} = \frac{1,5}{17,62} = 0,085 \text{ мин}$$

$$q_{7''} = \frac{q_{6''} \cdot \delta_{6''}}{\delta_{7''}} = \frac{5,342 \cdot 1,5}{0,9} = 8,9 > q_{max}$$

$$t_3^5 = N \cdot f \cdot \left( \frac{1}{q_{пр} \cdot \delta_{m+1}} - \frac{1}{q_{6''} \cdot \delta_{6''}} \right) = 20 \cdot 0,09 \left( \frac{1}{4,8 \cdot 0,9} - \frac{1}{5,342 \cdot 1,5} \right) = 0,192 \text{ мин}$$

$$t_{7''} = \frac{l_{7''}}{v_{7''}} + t_3^5 = 0,192 \text{ мин}$$

Слияние двух потоков на лестничной клетке:

$$q_7 = \frac{\sum_{i=1}^n q_{i-1} \cdot \delta_{i-1}}{\delta_7} = \frac{4,8 \cdot 0,9 + 4,8 \cdot 1,0}{1,35} = 6,755 < q_{max}$$

$$t_3^6 = N \cdot f \cdot \left( \frac{1}{q_{пр} \cdot \delta_{m+1}} - \frac{1}{q_{6''} \cdot \delta_{6''}} \right) = 40 \cdot 0,09 \left( \frac{1}{5,2 \cdot 1,35} - \frac{1}{4,8 \cdot 0,9 + 4,8 \cdot 1,0} \right) = 0,118 \text{ мин}$$

$$L = \frac{L'}{\cos \alpha} = 3,46$$

$$t_{7''} = \frac{l_{7''}}{v_{7''}} = \frac{3,46}{25,98} + 0,118 = 0,133 + 0,118 = 0,251 \text{ мин}$$

$$t_{8''} = \frac{l_{8''}}{v_{8''}} = \frac{3,46}{25,98} + 0,118 = 0,133 + 0,118 = 0,251 \text{ мин}$$

Эвакуация детей из первого этажа к ближайшему центральному выходу и слияние с потоком со второго этажа:

$$D_{1зел} = \frac{N_1 \cdot f}{l_1 \cdot \delta_1} = \frac{3 \cdot 0,09}{4,16 \cdot 2,28} = 0,028$$

$$t_{1зел} = \frac{l_{1зел}}{v_{1зел}} = \frac{4,16}{47,19} = 0,088 \text{ мин}$$

$$q_{2зел} = \frac{q_{1зел} \cdot \delta_{1зел}}{\delta_{2зел}} = \frac{2,36 \cdot 2,28}{0,9} = 5,98 > q_{max}$$

										Лист
										60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

$$t_3^{1\text{зел}} = N \cdot f \cdot \left( \frac{1}{q_{\text{пр}} \cdot \delta_{m+1}} - \frac{1}{q_{6''} \cdot \delta_{6''}} \right) = 3 \cdot 0,09 \left( \frac{1}{4,8 \cdot 0,9} - \frac{1}{2,36 \cdot 2,28} \right) = 0,012 \text{ мин}$$

$$t_{2\text{зел}} = \frac{l_{2\text{зел}}}{v_{2\text{зел}}} + t_3^{1\text{зел}} = 0,012 \text{ мин}$$

$$q_{3\text{зел}} = \frac{q_{2\text{зел}} \cdot \delta_{2\text{зел}}}{\delta_{3\text{зел}}} = \frac{5,98 \cdot 0,9}{1,39} = 3,87$$

$$t_{3\text{зел}} = \frac{l_{3\text{зел}}}{v_{3\text{зел}}} = \frac{3}{35,75} = 0,084 \text{ мин}$$

$$q_7 = \frac{\sum_{i=1}^n q_{i-1} \cdot \delta_{i-1}}{\delta_7} = \frac{3,87 \cdot 1,39 + 4,8 \cdot 0,9}{1,39} = 6,98 > q_{\text{max}}$$

$$t_3^{2\text{зел}} = N \cdot f \cdot \left( \frac{1}{q_{\text{пр}} \cdot \delta_{m+1}} - \frac{1}{q_{6''} \cdot \delta_{6''}} \right) = 5 \cdot 0,09 \left( \frac{1}{1,39 \cdot 5,29} - \frac{1}{3,87 \cdot 1,39 + 4,8 \cdot 0,9} \right) = 0,015 \text{ мин}$$

$$t_{4\text{зел}} = \frac{l_{4\text{зел}}}{v_{4\text{зел}}} + t_3^{2\text{зел}} = 0,128 \text{ мин}$$

$$q_{5\text{зел}} = \frac{q_{4\text{зел}} \cdot \delta_{4\text{зел}}}{\delta_{5\text{зел}}} = \frac{5,29 \cdot 1,39}{1,0} = 7,35 > q_{\text{max}}$$

$$t_3^{3\text{зел}} = N \cdot f \cdot \left( \frac{1}{q_{\text{пр}} \cdot \delta_{m+1}} - \frac{1}{q_{4\text{зел}} \cdot \delta_{4\text{зел}}} \right) = 5 \cdot 0,09 \left( \frac{1}{1,0 \cdot 4,8} - \frac{1}{5,29 \cdot 1,39} \right) = 0,0325 \text{ мин}$$

$$t_{5\text{зел}} = \frac{l_{5\text{зел}}}{v_{5\text{зел}}} + t_3^{3\text{зел}} = 0,0325 \text{ мин}$$

$$q_{9\text{центр}} = \frac{\sum_{i=1}^n q_{i-1} \cdot \delta_{i-1}}{\delta_9} = \frac{4,8 \cdot 1,0 + 4,8 \cdot 1,0 + 5,2 \cdot 1,35}{1,35} = 12,311 > q_{\text{max}}$$

$$t_1^{3\text{центр}} = N \cdot f \cdot \left( \frac{1}{q_{\text{пр}} \cdot \delta_{m+1}} - \frac{1}{q_{4\text{зел}} \cdot \delta_{4\text{зел}}} \right) = 50 \cdot 0,09 \left( \frac{1}{1,35 \cdot 5,2} - \frac{1}{4,8 \cdot 1,0 + 4,8 \cdot 1,0 + 5,2 \cdot 1,35} \right) = 0,37 \text{ мин}$$

										Лист
										61
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	20.03.01.2017.139 ПЗ ВКР					



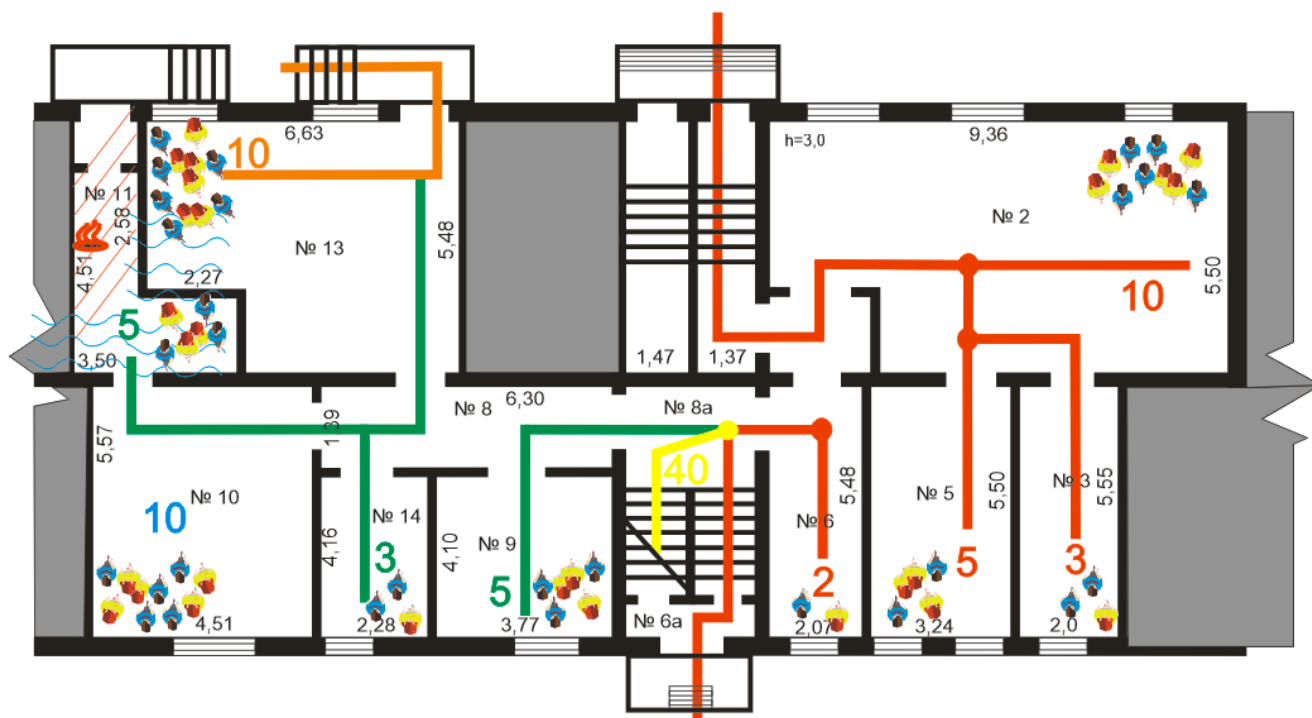


Рисунок А.3 – Пути эвакуации людей из здания первого этажа детского сада по сценарию № 1

Результаты расчетов представлены в таблице А.2:

Таблица А.2 – Результат расчета времени эвакуации людей из здания МДОУ д/с № 55 при возгорании помещения № 11 согласно экспликации

Количество людей, которые вышли через эвакуационный выход, чел.	Выход	Время эвакуации	Наихудший вариант по времени эвакуации людей, мин
48	Центральный выход	2,67 мин	2,67
28	Оранжевая зона выхода	1,031 мин	
18	Красная зона выхода	1,011 мин	

Эвакуация людей из здания при возникновении очага возгорания на первом этаже на лестничной клетке в красной зоне, загромождая путь эвакуации, согласно рисунку А.4:

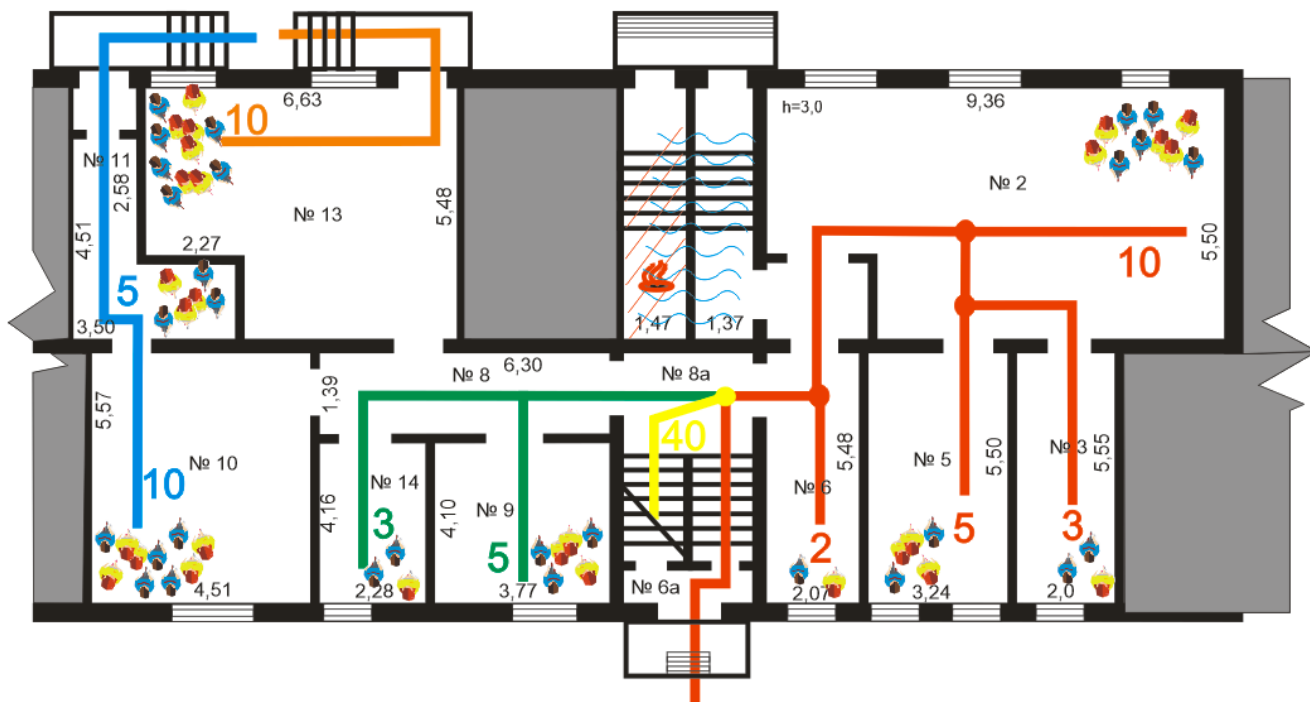


Рисунок А.4 – Пути эвакуации людей из здания первого этажа детского сада по сценарию № 2

Таблица А.2 – Результат расчета времени эвакуации людей из здания МДОУ д/с № 55 при возгорании лестничной клетки

Количество людей, которые вышли через эвакуационный выход, чел.	Выход	Время эвакуации	Наихудший вариант по времени эвакуации людей, мин
68	Центральный выход	3,4719 мин	3,4719
10	Оранжевая зона	0,279 мин	
15	Голубая зона	0,8084 мин	

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Расчет времени блокирования опасными факторами пожара

Первый сценарий возникновения пожара происходит в помещении № 11. Свободный объем помещения – 20,63 м<sup>3</sup>; Коэффициент полноты горения учитывается при горении древесины – 0,97; Низшая теплота сгорания древесины – 13,9 МДж/кг; Круговое распространение пожара; Древесина в виде мебели, деревянные перекрытия, соответственно удельный расход кислорода – 1,26;

$$A = 1,05 \cdot u_F \cdot u^2 = 1,05 \cdot 0,014 \cdot 1 = 0,0147$$

$$B = \frac{353 \cdot C_p \cdot V}{(1 - \varphi) \cdot \eta \cdot Q} = \frac{353 \cdot 1,168 \cdot 10^{-3} \cdot 20,63}{(1 - 0,55) \cdot 0,97 \cdot 13,9} = 1,402$$

Высота рабочей зоны:

$$h = h_{nl} + 1,7 - 0,5 \cdot \delta = 0 + 1,7 - 0,5 \cdot 0 = 1,7;$$

$$z = \frac{h}{H} \exp\left(1,4 \cdot \frac{h}{H}\right) = \frac{1,7}{3} \exp\left(1,4 \cdot \frac{1,7}{3}\right) = 1,25;$$

$$t_{кр}^T = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[ 1 + \frac{70 - t_0}{(273 + t_0) \cdot z} \right] \right\}^{1/n} = \left\{ \frac{1,402}{0,0147} \cdot \ln \left[ 1 + \frac{70 - 20}{(273 + 20) \cdot 1,25} \right] \right\}^{1/3} = 2,302 \text{ мин};$$

$$t_{кр}^{П.В.} = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[ 1 - \frac{V \cdot \ln(1,05 \cdot \alpha \cdot E)}{l_{np} \cdot B \cdot D_m \cdot z} \right]^{-1} \right\}^{1/n} = \left\{ \frac{1,402}{0,0147} \cdot \ln \left[ 1 - \frac{20,63 \cdot \ln(1,05 \cdot 0,3 \cdot 50)}{20 \cdot 1,402 \cdot 23 \cdot 1,25} \right]^{-1} \right\}^{1/3} = 1,91 \text{ мин};$$

$$t_{кр}^{O_2} = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[ 1 - \frac{0,044}{\left( \frac{B L_{O_2}}{V} + 0,27 \right) \cdot z} \right]^{-1} \right\}^{1/n} = \left\{ \frac{1,402}{0,0147} \cdot \ln \left[ 1 - \frac{0,044}{\left( \frac{1,402 \cdot 1,26}{20,63} + 0,27 \right) \cdot 1,25} \right]^{-1} \right\}^{1/3} = 2,15 \text{ мин};$$

					20.03.01.2017.139 ПЗ ВКР	Лист 65
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



$$t_{кр}^{CO} = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[ 1 - \frac{VX}{B \cdot L \cdot z} \right]^{-1} \right\}^{1/n} = \left\{ \frac{1,402}{0,0147} \cdot \ln \left[ 1 - \frac{20,63 \cdot 1,16 \cdot 10^{-3}}{1,402 \cdot 0,024 \cdot 1,25} \right]^{-1} \right\}^{1/3}$$

$$= 4,31 \text{ мин};$$

$$t_{кр}^{CO_2} = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[ 1 - \frac{VX}{B \cdot L \cdot z} \right]^{-1} \right\}^{1/n} = \left\{ \frac{1,402}{0,0147} \cdot \ln \left[ 1 - \frac{20,63 \cdot 0,11}{1,402 \cdot 1,51 \cdot 1,25} \right]^{-1} \right\}^{1/3}$$

$$= 5,71 \text{ мин};$$

$$t_{\text{бл}} = \min\{t_{кр}^{n.в.}, t_{кр}^T, t_{кр}^{m.з.}, t_{кр}^{O_2}, t_{кр}^{m.n.}\} = 1,91 \text{ мин.}$$

Второй сценарий возникновения пожара происходит на лестничной клетке. Свободный объем помещения – 23,6 м<sup>3</sup>; Коэффициент полноты горения учитывается при горении древесины – 0,97; Низшая теплота сгорания древесины – 13,9 МДж/кг; Круговое распространение пожара; Древесина в виде мебели, деревянные перекрытия, соответственно удельный расход кислорода – 1,26.

$$A = 1,05 \cdot y_F \cdot u^2 = 1,05 \cdot 0,014 \cdot 1 = 0,0147;$$

$$B = \frac{353 \cdot C_p \cdot V}{(1 - \varphi) \cdot \eta \cdot Q} = \frac{353 \cdot 1,168 \cdot 10^{-3} \cdot 23,6}{(1 - 0,55) \cdot 0,97 \cdot 13,9} = 1,604;$$

Высота рабочей зоны:

$$h = h_{nl} + 1,7 - 0,5 \cdot \delta = 0 + 1,7 - 0,5 \cdot 0 = 1,7;$$

$$z = \frac{h}{H} \exp \left( 1,4 \cdot \frac{h}{H} \right) = \frac{1,7}{3} \exp \left( 1,4 \cdot \frac{1,7}{3} \right) = 1,25;$$

$$t_{кр}^T = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[ 1 + \frac{70 - t_0}{(273 + t_0) \cdot z} \right] \right\}^{1/n} = \left\{ \frac{1,604}{0,0147} \cdot \ln \left[ 1 + \frac{70 - 20}{(273 + 20) \cdot 1,25} \right] \right\}^{1/3}$$

$$= 2,408 \text{ мин};$$

$$t_{кр}^{П.В.} = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[ 1 - \frac{V \cdot \ln(1,05 \cdot \alpha \cdot E)}{l_{np} \cdot B \cdot D_m \cdot z} \right]^{-1} \right\}^{1/n} =$$

$$= \left\{ \frac{1,604}{0,0147} \cdot \ln \left[ 1 - \frac{23,6 \cdot \ln(1,05 \cdot 0,3 \cdot 50)}{20 \cdot 1,604 \cdot 23 \cdot 1,25} \right]^{-1} \right\}^{1/3} = 2,003 \text{ мин};$$



## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### Расчет индивидуального пожарного риска

В результате первого сценария время блокирования путей эвакуации составляет  $t_{\text{бл}} = 1,91$  мин, время начала эвакуации людей из здания  $t_{\text{нэ}} = 5,076$  мин и расчет эвакуации людей из здания по свободным проходам составляет:  $t_p = 3,47$  мин. Отсюда следует что вероятность эвакуации близки к нулю из-за затора на центральной лестничной клетке при эвакуации со второго этажа сразу 40 человек, где большинство из них дети.

При исправной системы защиты: автоматической пожарной сигнализацией и системой оповещения управления эвакуацией людей из здания первой категории находим коэффициент соответствия:

$$P_{\text{нз}} = 1 - (1 - R_{\text{обн}} \cdot R_{\text{СОУЭ}}) \cdot (1 - R_{\text{обн}} \cdot R_{\text{ИДЗ}}) = 1 - (1 - 0,8 \cdot 0,8) \cdot (1 - 0,8 \cdot 0,8) = 0,8704.$$

Соответственно рассчитываем индивидуальный пожарный риск:

$$Q_{\text{в}} = Q_{\text{н}} \cdot (1 - R_{\text{АП}}) \cdot P_{\text{пр}} \cdot (1 - P_{\text{э}}) \cdot (1 - P_{\text{н.з.}}) \\ = 1,3 \cdot 10^{-3} \cdot (1 - 0,9) \cdot 0,5 \cdot (1 - 0) \cdot (1 - 0,8704) = 8,424 \cdot 10^{-6};$$

Так как индивидуальный пожарный риск больше допустимого, отсюда следует, что необходимо дополнительные мероприятия по пожарной безопасности.

В результате второго сценария время блокирования путей эвакуации составляет  $t_{\text{бл}} = 2,003$  мин, время начала эвакуации людей из здания  $t_{\text{нэ}} = 5,081$  мин и расчет эвакуации людей из здания по свободным проходам составляет:  $t_p = 2,85$  мин. Отсюда следует что вероятность эвакуации близки к нулю из-за затора на центральной лестничной клетке при эвакуации со второго этажа сразу 40 человек, где большинство из них дети.

При исправной системы защиты: автоматической пожарной сигнализацией и системой оповещения управления эвакуацией людей из здания первой категории находим коэффициент соответствия:

$$P_{\text{нз}} = 1 - (1 - R_{\text{обн}} \cdot R_{\text{СОУЭ}}) \cdot (1 - R_{\text{обн}} \cdot R_{\text{ИДЗ}}) = 1 - (1 - 0,8 \cdot 0,8) \cdot (1 - 0,8 \cdot 0,8) = 0,8704;$$

Соответственно рассчитываем индивидуальный пожарный риск:

$$Q_{\text{в}} = Q_{\text{н}} \cdot (1 - R_{\text{АП}}) \cdot P_{\text{пр}} \cdot (1 - P_{\text{э}}) \cdot (1 - P_{\text{н.з.}}) \\ = 1,3 \cdot 10^{-3} \cdot (1 - 0,9) \cdot 0,5 \cdot (1 - 0) \cdot (1 - 0,8704) = 8,424 \cdot 10^{-6};$$

В результате индивидуальный пожарный риск для обоих сценариев не отвечает требуемому пределу  $Q_{\text{в}} \leq Q_{\text{в}}^{\text{н}}$ , т.к. больше предельно допустимому значению

									Лист
									68
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

10<sup>6</sup>, соответственно для удовлетворения требованию по пожарной безопасности, необходимо:

- обеспечить детский сад дополнительным аварийным выходом со второго этажа здания МДОУ д/с № 55;
- обеспечить перегородку на лестничной клетке противопожарной;
- исключить горючий материал на путях эвакуации для предотвращения быстрого распространения пожара;
- исключить хранение, складирование материала или веществ в подсобных помещениях для избегания возгорания;
- обеспечить легкий доступ к ключам от аварийных выходов для быстрой эвакуации людей из здания.

					20.03.01.2017.139 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69