

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КубГУ»)

Факультет химии и высоких технологий

Кафедра общей, неорганической химии и информационно -  
вычислительных технологий в химии

### КУРСОВАЯ РАБОТА

#### ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В УЧЕБНОМ КОРПУСЕ НА ОСНОВЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Работу выполнила Исмаилова — 01.06.2019 М.А. Исмаилова  
(подпись, дата)

Факультет химии и высоких технологий курс 3

Специальность/направление 20.03.01 Техносферная безопасность

Научный руководитель  
к.т.н., доцент Воронова 01.06.2019 В.В. Воронова  
(подпись, дата)

Нормоконтролер  
к.х.н., доцент Колоколов 01.06.2019 Ф.А. Колоколов  
(подпись, дата)

Краснодар 2019

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	3
1 Анализ пожарной опасности в образовательном учреждении .....	6
1.1 Тактико-техническое состояние объекта исследования .....	6
1.2 Выявленные нарушения пожарной безопасности объекта исследования	8
2 Построение математических моделей развития пожара и эвакуации людей на объекте защиты.....	10
2.1 Моделирование динамики развития пожара в здании .....	12
2.2 Моделирование эвакуации людей в здании при пожаре.....	17
3 Мероприятия по снижению пожарных рисков объекта исследования .....	22
Заключение .....	25
Список используемых источников.....	26
Приложение А Пожарные модели здания.....	28
Приложение Б Графики изменения ОФП .....	30

## ВВЕДЕНИЕ

Обеспечение безопасности является одной из приоритетных в существовании любого государства. В соответствии с Концепцией комплексной безопасности образовательного учреждения, неотъемлемым элементом системы ее обеспечения является реализация администрацией образовательного учреждения мероприятий по обеспечению его пожарной безопасности. Основной проблемой пожарной безопасности здания является приведение пожарной опасности здания в такое состояние, при котором исключается возможность пожара на объекте, а в случае возникновения пожара обеспечивается защита людей и материальных ценностей. С 2010 по 2016 год на объектах, подведомственных Министерству образования и науки произошло 772 пожара, вследствие чего погибло 16 человек, травмировано 52 [9].

Таблица 1 – Пожары на объектах, подведомственных Минобрнауки России

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Количество пожаров, ед	182	135	134	102	101	105	13
Прямой ущерб, тыс.руб	22345	6414	41308	19938	280335	10475	58
Погибло людей	2	6	1	3	3	0	1
Травмировано	11	7	6	6	4	18	0

Возгорание в образовательных учреждениях происходит в основном в учебных классах, лабораториях, подвальных помещениях. 47% основных причин пожаров в образовательных учреждениях занимают пожары в связи с коротким замыканием и перегрузкой в электросетях, 27% - нарушением правил пожарной безопасности при проведении огневых работ и 13% - неосторожное обращение с огнем.

Цель курсовой работы: оценить состояние пожарной безопасности в учебном корпусе на основе компьютерного моделирование.

Объект исследования: учебный корпус юридического факультета КубГУ, Литер А по ул. Октябрьская ,25.

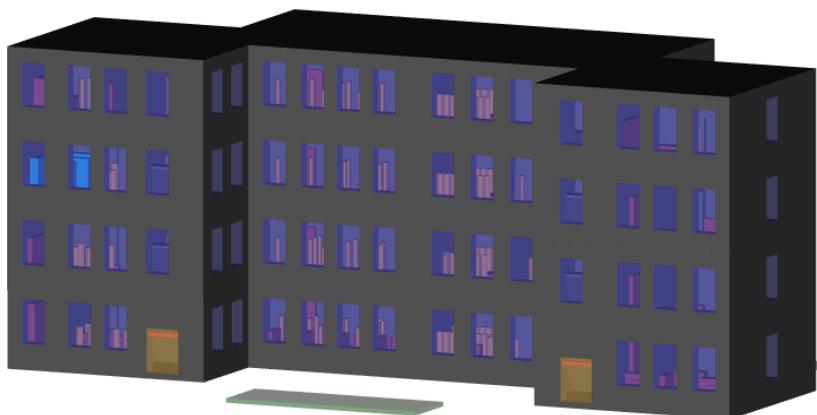


Рисунок 1 – Объект исследования

Задачи курсовой работы:

- изучить основные законодательные документы в сфере пожарной безопасности;
- провести анализ состояния пожарной безопасности в университете;
- изучить теоретические основы расчетов по оценке пожарного риска, выявить его сущность и место в системе безопасности;
- дать характеристику объекта защиты юридического корпуса КубГУ;
- провести анализ и оценку пожарного риска на объекте защиты;
- разработать мероприятия по обеспечению снижения пожарных рисков объекта исследования.

Методы исследования:

- изучение литературы и нормативной документации по пожарной безопасности;
- осмотр объекта защиты;
- собеседование;
- анализ;
- математическая и компьютерная обработка данных.

Практическая значимость состоит в том, что данные, полученные в ходе исследования, будут способствовать совершенствованию системы пожарной безопасности нашего университета.

## 1 Анализ пожарной опасности в образовательном учреждении

Оценка пожарного риска проводится в целях определения соответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности в порядке, установленном Федеральным законом «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» и нормативными правовыми актами Российской Федерации. Оценка пожарного риска проводится путем определения расчетных величин пожарного риска на объекте защиты и сопоставления их с соответствующими нормативными значениями пожарных рисков, установленными Федеральным законом «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». Расчетные величины пожарного риска являются количественной мерой возможности реализации пожарной опасности объекта защиты и ее последствий для людей и материальных ценностей [17].

Конструктивную пожарную нагрузку составляет горючая изоляция электрических проводов и кабелей, конструкции окон и дверей. Основную горючую нагрузку составляет мебель.

При анализе пожарной опасности здания учитывается:

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

### 1.1 Тактико-техническое состояние объекта исследования

Тактико-техническое состояние здания учебного корпуса, находящегося по адресу Октябрьская, 25, имеет следующие характеристики: здание корпуса 4-х этажное с подвальным этажом, третьей степени огнестойкости, общей площадью 1839,3 м<sup>2</sup>, год постройки 1935 [15].

Характеристика конструктивных элементов здания представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристика конструктивных элементов

Конструктивный элемент	Характеристики
стены	кирпичные
перекрытия	деревянные
перегородки	кирпичные
кровля	шиферные
оконные проемы	двойные глухие
отделка стен	побелка, покраска
отделка потолков	побелка

На этажах располагаются административные помещения. Здание обеспечено 4 эвакуационными выходами, их расположение показано на рисунке 2.

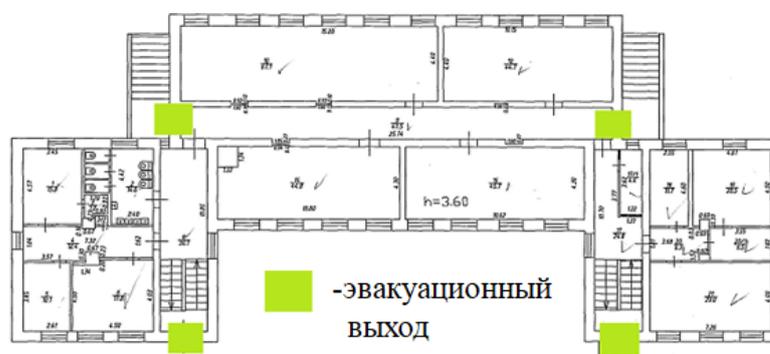


Рисунок 2 – Расположение эвакуационных выходов на плане здания

Помещения, расположенные в составе объекта относятся к классу функциональной пожарной опасности: Ф 4.2 – здания образовательных организаций высшего образования, организаций дополнительного профессионального образования [17].

Класс конструктивной пожарной опасности – С1 [17].

Степень огнестойкости – III [17].

В помещениях объекта исследования запроектированы следующие системы обеспечения пожарной безопасности:

- автоматическая пожарная сигнализация, которая обеспечивает подачу светового и звукового сигналов о возникновении пожара на приемно-контрольное устройство, установленное в помещении дежурного персонала;
- оповещение и управление эвакуацией людей при пожаре 3-ого типа.

Университет оснащен средствами пожаротушения и водоснабжения такими как:

- пожарные гидранты;
- пожарные краны [6];
- передвижные порошковые огнетушители типа ОП-50[5];
- переносные углекислотные огнетушители типа ОУ-5[5].

## 1.2 Выявленные нарушения пожарной безопасности объекта исследования

При осмотре учебного корпуса юридического факультета КубГУ, находящегося по ул. Октябрьская ,25 были выявлены следующие нарушения:

1) помещения, предназначенные для одновременного пребывания более 50 человек, не имеют второго эвакуационного выхода. (снп 21-01-97 п. 6.12 не менее двух эвакуационных выходов должны иметь помещения, предназначенные для одновременного пребывания более 50 человек)[12];

2) нет планов эвакуации на 3 и 4 этаже. (гост р 12.2.143-2009 п. 6.4.7 на каждом этаже или в главном коридоре, ведущем к эвакуационным выходам, должен быть план эвакуации, помогающий ориентироваться)[12];

3) дверцы пожарного шкафа заперты на ключ, нет свободного доступа к средствам пожаротушения. (гост р 51844-2009 п.5.11 дверцы пожарного шкафа должны свободно открываться на угол не менее 160°)[6];

4) противоподымные двери не имеют приспособления для самозакрывания. (снп 21-01-97 п. 6.18\* двери эвакуационных выходов из помещений с принудительной противоподымной защитой, в том числе из коридоров, должны быть оборудованы приспособлениями для самозакрывания и уплотнением в притворах)[12];

5) эвакуационные знаки пожарной безопасности, указывающие на направление движения не установлены на высоте 2 метров. (сп 3.13130.2009 п.5.5 эвакуационные знаки пожарной безопасности, указывающие направление движения, следует устанавливать на высоте не менее 2 м)[14];

6) пожарный кран не обозначен фотолюминесцентной лентой. (гост р 12.2.143-2009 п.6.6.7 пожарный кран по периметру должен быть обозначен фотолюминесцентной лентой шириной не менее 25 мм)[12].

## 2 Построение математических моделей развития пожара и эвакуации людей на объекте защиты

С целью оценивания состояния пожарной безопасности в учебном корпусе был проведен расчет пожарного риска и эвакуации людей на основе компьютерного моделирования. Моделирование проводилось по полевой модели с помощью программного комплекса Fenix 2+, разработанной Национальным институтом стандартов и технологии НИСТ/NIST, США, при содействии Технического научно-исследовательского центра VTT. Программа позволяет независимо провести моделирование динамики развития пожара и моделирование эвакуации людей, реализует вычислительную гидродинамическую модель тепломассопереноса при горении. Для проведения анализа пожарной опасности были собраны данные о здании, которые включают:

- 1) объемно-планировочные решения;
- 2) теплофизические характеристики ограждающих конструкций и размещенного оборудования;
- 3) вид, количество и размещение горючих веществ и материалов;
- 4) количество и места вероятного размещения людей;
- 5) информацию о системе пожарной сигнализации и пожаротушения, противодымной защиты, оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей;

Каждый опасный фактор воздействует на человека независимо от других. Критическая продолжительность пожара для людей, находящихся на этаже очага пожара, определяется из условия достижения одним из опасных факторов пожара (ОФП) в поэтажном коридоре своего предельно допустимого значения.

Для построения полей опасных факторов пожара проводился выбор сценариев пожара, при которых ожидаются наихудшие последствия для

находящихся в здании людей. Формулировка сценария развития пожара состоит из:

- 1) выбора места нахождения очага пожара;
- 2) задание расчетной области;
- 3) задание параметров окружающей среды и начальных значений параметров внутри помещений;

В качестве наиболее опасных сценариев пожара принимаются следующие расчетные ситуации:

– сценарий 1. Очаг загорания находится в помещении «Проходная» первого этажа. Опасные факторы пожара распространяются по помещению, коридору, соседним помещениям, блокируют эвакуационные пути и выходы;

– сценарий 2. Очаг загорания находится в помещении «Кабинет 10» второго этажа. ОФП распространяются по помещению, коридору, соседним помещениям, блокируют эвакуационные пути и выходы;

– сценарий 3. Очаг загорания находится в помещении «Аудитория 17» третьего этажа. ОФП распространяются по помещению, коридору, соседним помещениям, блокируют эвакуационные пути и выходы;

– сценарий 4. Очаг загорания находится в помещении «Аудитория 19» четвертого этажа. ОФП распространяются по помещению, коридору, соседним помещениям, блокируют эвакуационные пути и выходы;

Для построения полей опасных факторов пожара был выбран сценарий 4, при котором ожидаются наихудшие последствия для находящихся в здании людей.

На основе собранной информации и выбранного сценария развития пожара были построены схематические модели всех этажей здания с указанием физических характеристик материала всех имеющихся конструкций и размещенного оборудования, а также мест размещения и возможного количества людей (приложение А).

На основании результатов расчетов осуществлялось построение полей опасных факторов пожара и определялось значение времени блокирования путей эвакуации ОФП  $t_{\text{бл}}$ . К опасным факторам пожара относятся:

- температура;
- видимость;
- тепловой поток;
- концентрации кислорода, оксида углерода, диоксида углерода и хлористого водорода.

Предельно допустимые значения ОФП указаны в таблице 3

Таблица 3 – Предельно допустимые значения опасных факторов пожара.

Опасный фактор пожара, обозначение, размерность	Предельно допустимое значение
Температура, t,	70
-кислорода, $\rho_1$	0,226
-оксида углерода, $\rho_2$	0,00116
-диоксида углерода, $\rho_2$	0,11
-хлористого водорода, $\rho_2$	$23 \times 10^{-6}$
Оптическая плотность дыма, $\mu$ , Нп/м	$2,38 \times 10^{-1}$
По тепловому потоку, Вт/м <sup>2</sup>	1400
По потере видимости, м	20

## 2.1 Моделирование динамики развития пожара в здании

Моделирование пожара состоял из нескольких этапов:

- 1) построение модели объекта исследования в программе Fenix 2+;
- 2) определение области расчета;
- 3) расстановка очага пожара;
- 4) установка регистраторов;
- 5) измерение опасных факторов пожара;

б) анализ данных.

На рисунке 3 показана пожарная модель 4 этажа с установленным очагом пожара и регистратором.

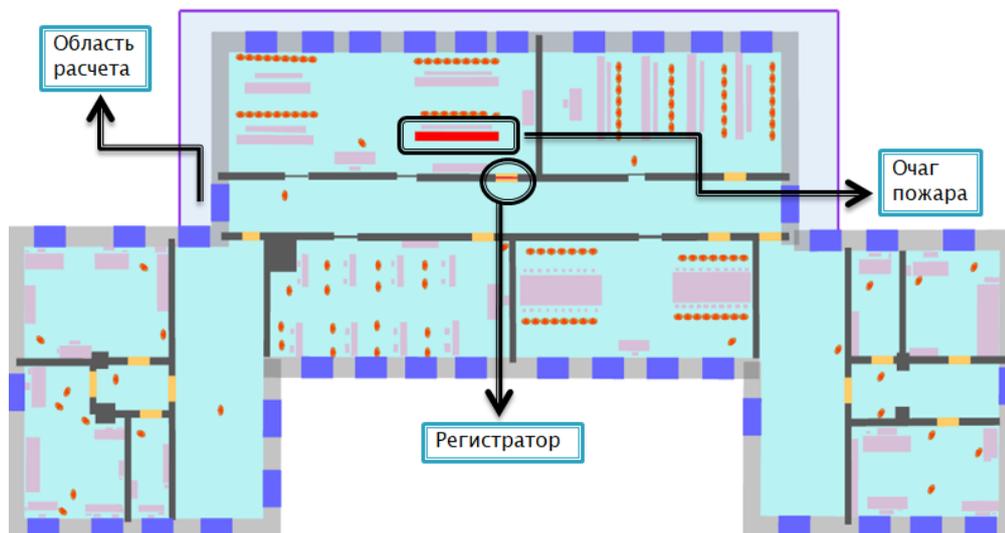


Рисунок 3 – Пожарная модель 4 этажа

Конструктивную пожарную нагрузку составляет мебель, конструкции окон и дверей, горючая изоляция электрических проводов и кабелей. Очаг пожара – часть поверхности объекта сцены в пределах которой моделируется возгорание. Параметры очага пожара и горючей нагрузки указаны в таблицах 4 и 5.

Таблица 4 – Параметры очага пожара

Горючая нагрузка	Максимальная возможная площадь горения м <sup>2</sup>	Максимальная фактическая площадь горения м <sup>2</sup>	Удельная мощность, кВт/м <sup>2</sup>
Мебель, бытовые изделия, электрооборудование	6,8	6,8	441

Таблица 5– Параметры горючей нагрузки

Параметр	Единица измерения	Значение
Низшая теплота сгорания	кДж/кг	13800
Линейная скорость распространения пламени	м/с	0,05
Удельная массовая скорость выгорания	кг/(м <sup>2</sup> с)	0,03
Коэффициент полноты сгорания	-	0,93
Удельная мощность	кВт/м <sup>2</sup>	441
Дымообразующая способность	Нпм <sup>2</sup> /кг	270
Потребление кислорода (O <sub>2</sub> )	кг/кг	1,03
Выделение углекислого газа (CO <sub>2</sub> )	кг/кг	0,2
Выделение угарного газа (CO)	кг/кг	0,002
Выделение хлористого водорода (HCl)	кг/кг	0,01

Моделировалась динамика развития пожара в течение 600 сек. Для измерения опасных факторов пожара были установлены регистраторы в произвольном месте сцены и на произвольной высоте. Каждый регистратор состоит из нескольких сенсоров, которые представляет собой контрольную точку измерения опасных факторов пожара. Он размещается около двери и одновременно с измерением опасных факторов пожара, автоматически производит учет людей, которые пересекают его линию.

Для контроля моделирования пожара, на протяжении всего процесса расчета ОФП, имеется возможность следить за распространением дыма и огня в отдельном окне «SmokeView». На рисунках 4 и 5 показаны модели развития пожара через 1 и 6 минут после начала пожара.

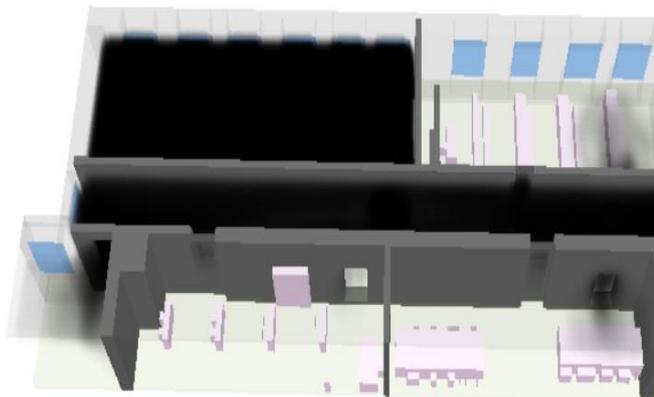


Рисунок 4 – Распространение дыма и огня через 60 с после начала пожара



Рисунок 5 – Распространение дыма и огня через 360 с после начала пожара

В течение 6 минут дым заполнил всю аудиторию и коридор, тем самым заблокировал эвакуационный путь. Графики изменения температуры, видимости, теплового потока, а также содержания кислорода, диоксида углерода, хлороводорода и оксида углерода указаны в приложении Б.

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

Таблица 6 – Время блокирования регистраторов

Наименование	Время блокирования по каждому ОФП, с						
	Температура	Видимость	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CO	HCl	Тепловой поток
Слева на 4 этаже	57	37,2	57	>600	>600	46,8	493,8
Справа на 4 этаже	52,2	36,6	52,2	>600	>600	37,8	526,2

Модели развития пожара через 60 с и 360 с после начала возгорания очага по двум опасным факторам пожара представлены на рисунках 6,7,8,9.

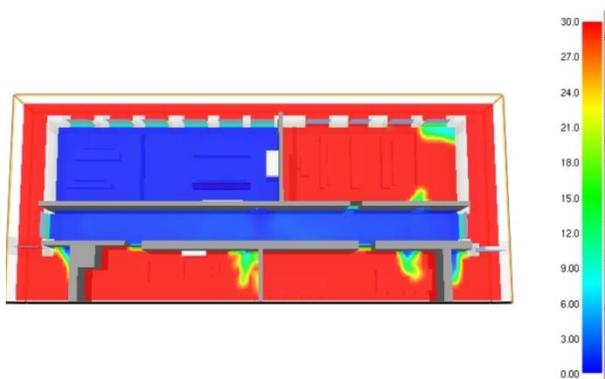


Рисунок 6 – Видимость после минуты возгорания очага пожара

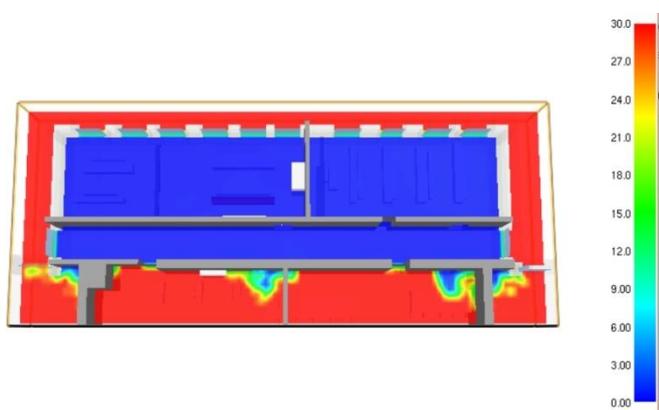


Рисунок 7 – Видимость после 6 минут возгорания очага пожара

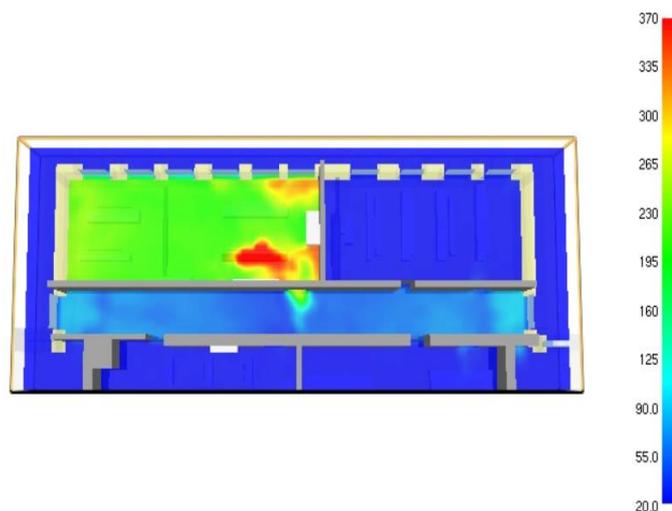


Рисунок 8 – Динамика температуры на первой минуте развития пожара

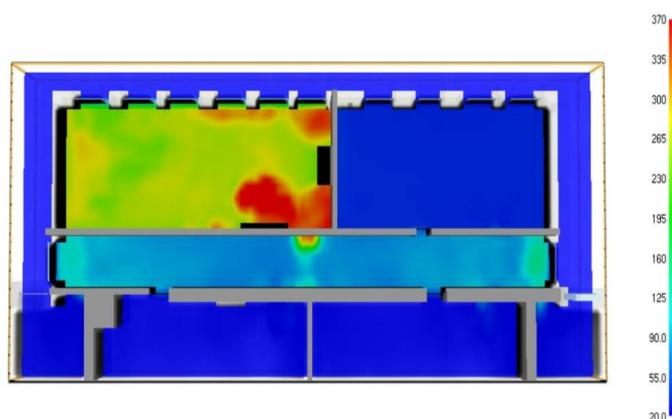


Рисунок 9 – Динамика температуры на шестой минуте развития пожара

В течение одной минуты после возгорания очага пожара в аудитории 19 видимость стала нулевой в аудитории и коридоре, а после 6 минут – и в соседнем помещении.

## 2.2 Моделирование эвакуации людей в здании при пожаре

Моделирование эвакуации проводилось по индивидуально-поточной модели движения людей. При расчете времени эвакуации для каждого человека задавались следующие параметры:

- 1) выход, через который должен эвакуироваться человек;
- 2) контингент;
- 3) время начала эксплуатации;
- 4) расположение в момент начала эвакуации.

Исходные данные для расчета времени эвакуации людей при возникновении пожара в здании университета:

- пожарная нагрузка: мебель + бытовые изделия + электрооборудование;
- контингент М1;
- выход, через который должен эвакуироваться человек – ближайший;
- количество людей: 560 чел;
- время нахождения людей в здании: 12 часов;
- объект исследования оборудовано системой обнаружения пожара, а также системой оповещения и управления эвакуацией.

Значение времени начала эвакуации  $t_{НЭ}$  (с) для помещения очага пожара определялось по формуле (1):

$$t_{НЭ} = 5 + 0,01 \times F \quad (1)$$

где

F – площадь помещения, м<sup>2</sup>.

Время начала эвакуации составило:  $t_{НЭ} = 90$  с.. Расчетное время эвакуации людей из здания устанавливается по времени выхода из него последнего человека. Время эвакуации людей составило 211,4с, а время существования скоплений 22с. По ГОСТу 12.1.004-91\* «Пожарная безопасность» общее время эвакуации работников и учащихся из



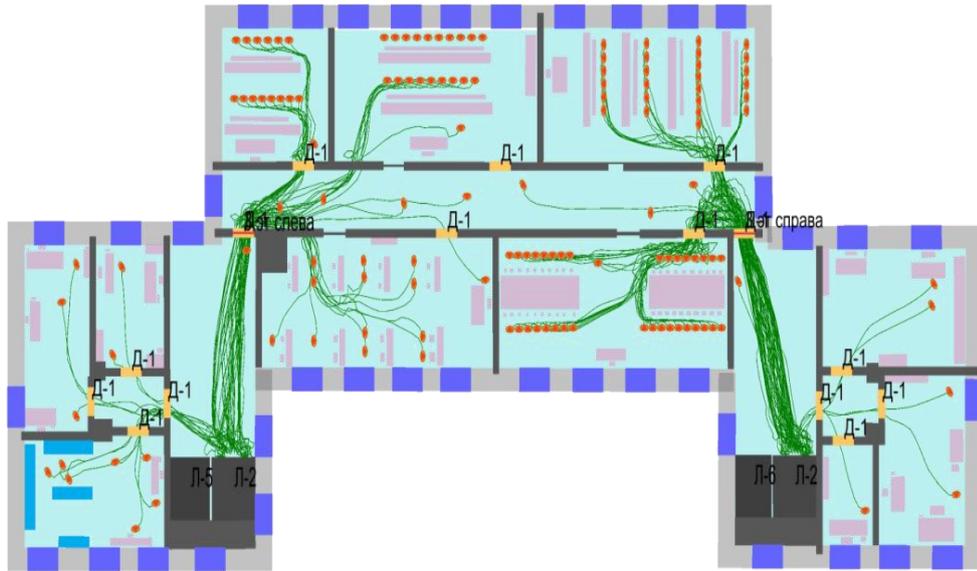


Рисунок 12 –Этаж 3. Люди и траектории их движения на этаже

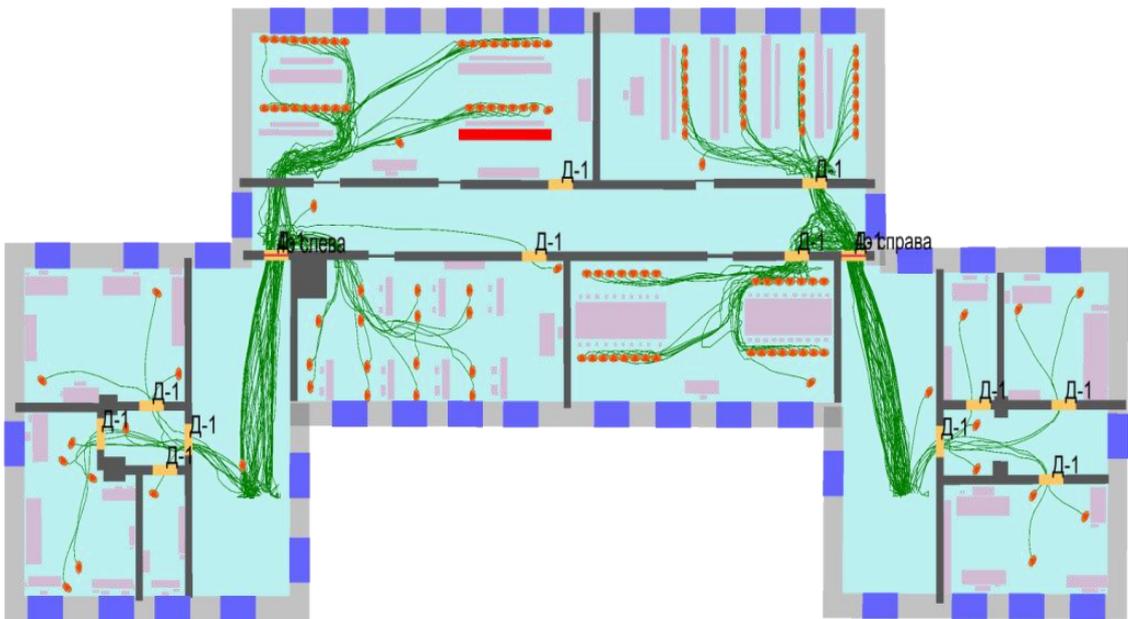


Рисунок 13 – Этаж 4. Люди и траектории их движения на этаже

Количество эвакуировавшихся людей и время их эвакуации указано в таблице 7.

Таблица 7 – Время эвакуации до эвакуационных выходов

Наименование	Время эвакуации, $t_э = t_{нэ} + t_p$ , с	Количество эвакуировавшихся людей
Этаж 1		
Безопасная зона №1	201,2	424
Безопасная зона №2	118,8	59
Безопасная зона №3	118,6	68

В ходе проведенного моделирования эвакуации людей в здании при пожаре удалось эвакуировать всех людей, находящихся в здании, в количестве 551 человек.

### 3 Мероприятия по снижению пожарных рисков объекта исследования

По пункту 6.12 СНиП 21-01-97 помещения, предназначенные для одновременного пребывания более 50 человек, помещения должны иметь не менее двух эвакуационных выходов [12]. На объекте защиты это не предусмотрено. Для снижения пожарного риска было проведено повторное моделирование эвакуации людей, но уже с установкой дополнительных дверей на всех этажах в помещениях, где пребывают более 50 человек. Дополнительно установленные двери показаны на рисунке 14.

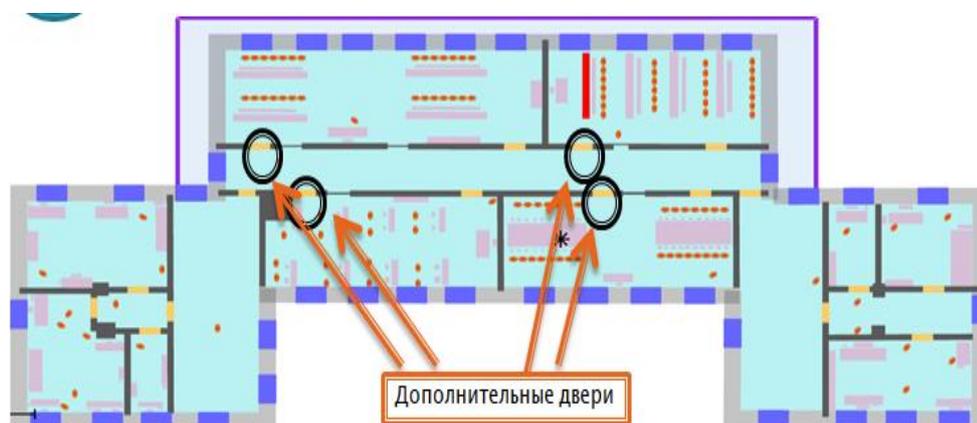


Рисунок 14 – Модель 4 этажа с установленными дополнительными дверями

Время эвакуации при установлении новых дверей составило 201,4 секунд, а время существования скоплений 15,6с. Тем самым мы смогли уменьшить время эвакуации на 10 с, а время скопления на 6,4с.

В качестве рекомендации по снижению пожарных рисков можно использовать противодымную стену с противопожарной дверью в коридоре. На рисунке 15 показана модель 3 этажа с установкой стены с противопожарной дверью. Противопожарная дверь - конструкция, состоящая из подвижных и неподвижных элементов, оборудованная запирающими механизмами и устройствами самозакрывания, укомплектованная элементами крепления к ограждающей конструкции, служащая заполнением проемов в противопожарных преградах и препятствующая распространению

пожара и продуктов горения в примыкающие помещения в течение нормированного времени [2].

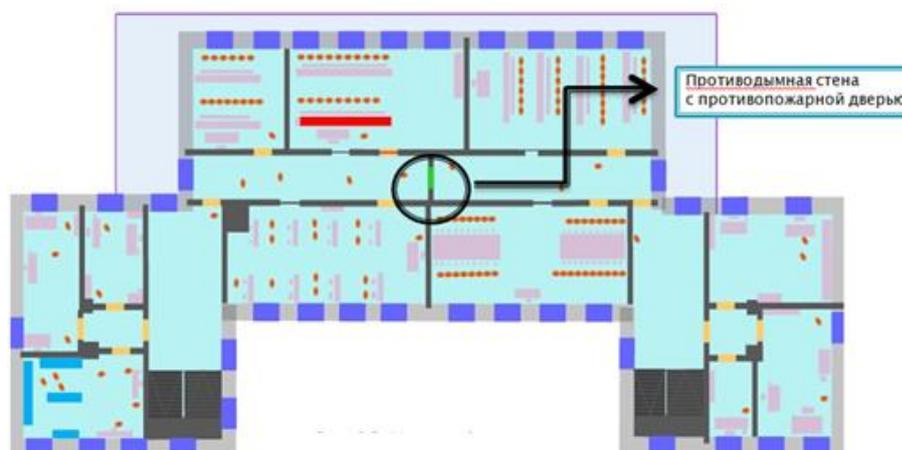


Рисунок 15 – Модель 3 этажа

Время блокирования регистратора по ОФП показано в таблице 8.

Таблица 8 – Время блокирования регистратора по ОФП

Наименование	Видимость	НС1	Тепловой поток	Температура	O <sub>2</sub>	CO	CO <sub>2</sub>
С установкой стены	21	24	30	33	33,6	>600	>600
Без установки стены	17,4	18	28,2	28,2	28,8		

Модели пожара по опасным факторам указаны далее.

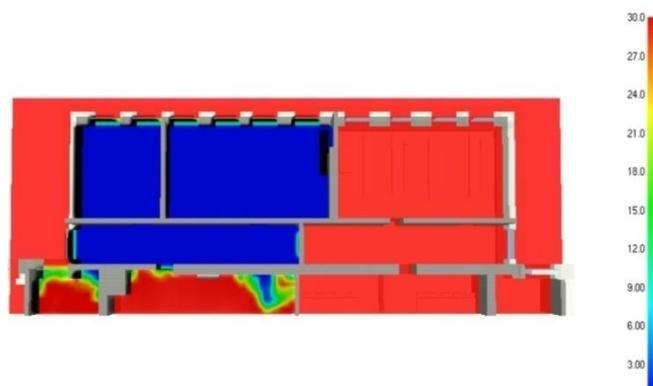


Рисунок 16 – Видимость через 5 минут после начала пожара

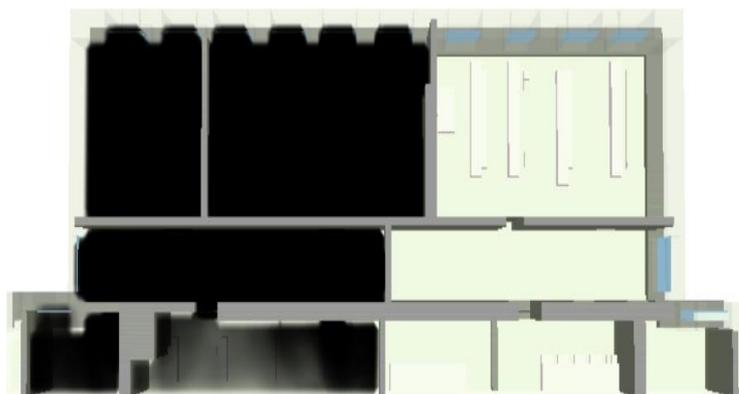


Рисунок 17 – Распространение дыма через 5 минут после начала пожара

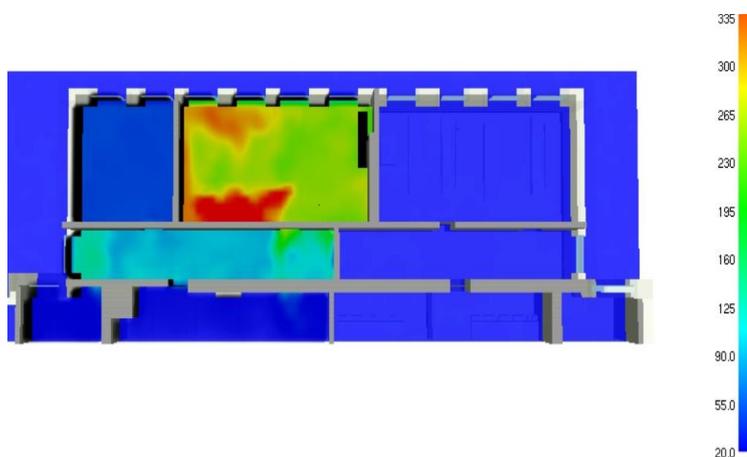


Рисунок 18 – Температура через 5 минут после начала пожара

При установке противопожарной стены модель пожара поменялась по всем опасным факторам пожара. Видно, что дверь не допускает распространения ОФП на правую часть этажа, что способствует уменьшению риска ухудшения здоровья людей при пожаре.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения курсовой работы можно сделать выводы:

- 1) рассчитанное время эвакуации людей при пожаре не превысило нормы;
- 2) анализ результатов моделирования показал, что все находящиеся люди в здании эвакуировались, а это значит, что объемно-планировочные решения объекта защиты правильны;
- 3) при установке дополнительных дверей в помещения, в которых одновременно находятся более 50 человек, нам удалось снизить время эвакуации на 10 с ;
- 4) установка противодымной стены привело к уменьшению теплового потока и улучшению видимости.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Брушлинский Н.Н. Мировая пожарная статистика в конце XX века: отчет №6 Центра пожарной статистики КТИФ/ Н.Н. Брушлинский. – Москва.: Академия государственной противопожарной службы, 2000. – 80с.
- 2 ГОСТ Р 57327-2016 Двери металлические противопожарные. Общие технические требования и методы испытаний [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293749/4293749313.pdf>. – Загл. с экрана.
- 3 ГОСТ 12.1.004-91\* «Пожарная безопасность» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/9051953>. – Загл. с экрана.
- 4 ГОСТ Р 12.2.143-2009 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Системы фотолюминесцентные эвакуационные. Требования и методы контроля» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200073038>. – Загл. с экрана.
- 5 ГОСТ Р 51057-2001 «Техника пожарная. Огнетушители переносные. Общие технические требования. Методы испытаний» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200027410>. – Загл. с экрана.
- 6 ГОСТ Р 51844-2009 «Техника пожарная. Шкафы пожарные. Общие технические требования. Методы испытаний» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Index/48/48067.ht>. . – Загл. с экрана.
- 7 Зарецкий А.Д. Пожарная безопасность как составная часть стратегии национальной безопасности России/ А.Д. Зарецкий // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2010. – С. 74 – 77.
- 8 Молчадский И.С. Пожар в помещении / И.С. Молчадский. – Москва.: ВНИИПО, 2005. – 456с.
- 9 Пожары и пожарная безопасность: статистические сборники с 2010-2016г. (ФГБУ ВНИИПО МЧС России) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://wiki-fire.org/>. – Загл. с экрана.

10 Постановление Правительства Российской Федерации от 20.06.2005 №385. О федеральной противопожарной службе Государственной противопожарной службы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=323719&fld=134&dst=1000000001,0&rnd=0.2339891273568271#07446786656427431>. – Загл. с экрана.

11 Пучков В.А. Пожарная безопасность / В.А. Пучков. – Москва.: Академия ГПС МЧС России, 2014. – 877с.

12 СНиП 21-01-97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/871001022>. – Загл. с экрана.

13 СП 9.13130.2009 «Огнетушители. Требования к эксплуатации» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_91587/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_91587/). – Загл. с экрана.

14 СП 3.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200071143>. – Загл. с экрана.

15 Федеральный закон "О пожарной безопасности" от 21.12.1994 N 69-ФЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_5438/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5438/). – Загл. с экрана.

16 Федеральный закон "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" от 22.07.2008 N 123-ФЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_78699/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/). – Загл. с экрана.

# ПРИЛОЖЕНИЕ А

## Пожарные модели здания

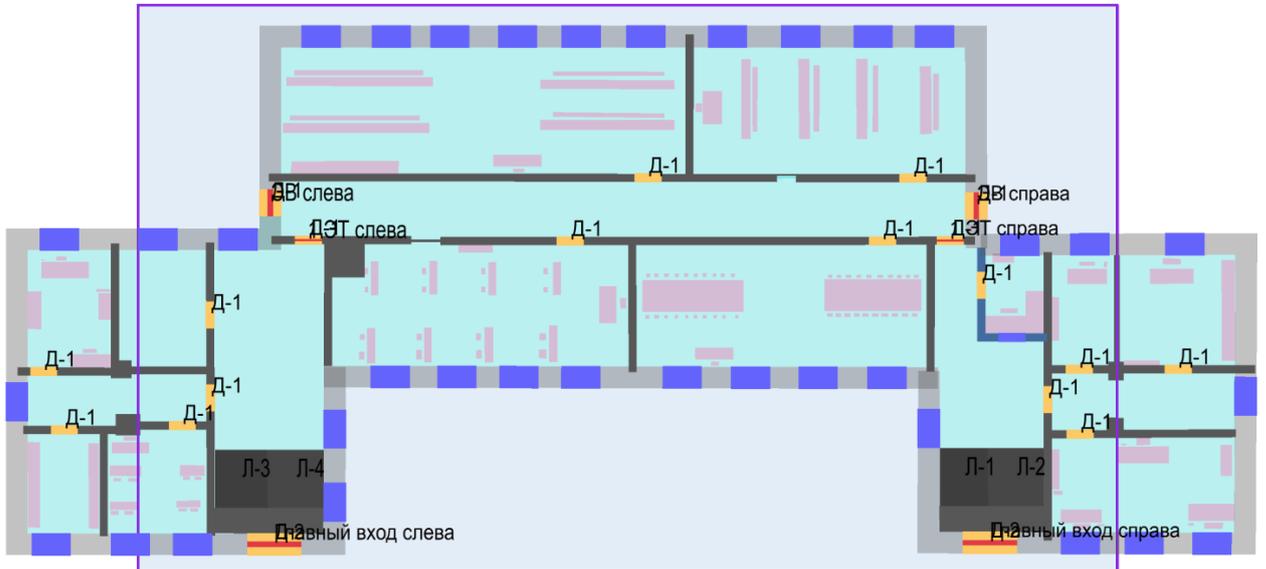


Рисунок А.1 – Этаж 1. Пожарная модель

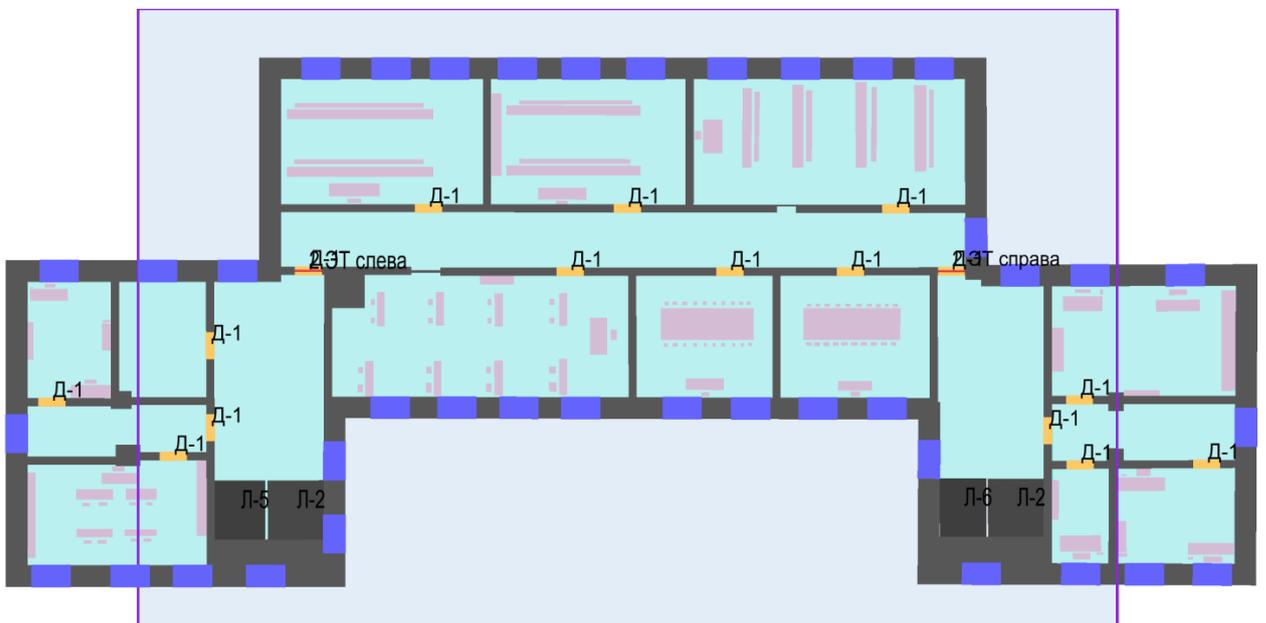


Рисунок А.2 – Этаж 2. Пожарная модель

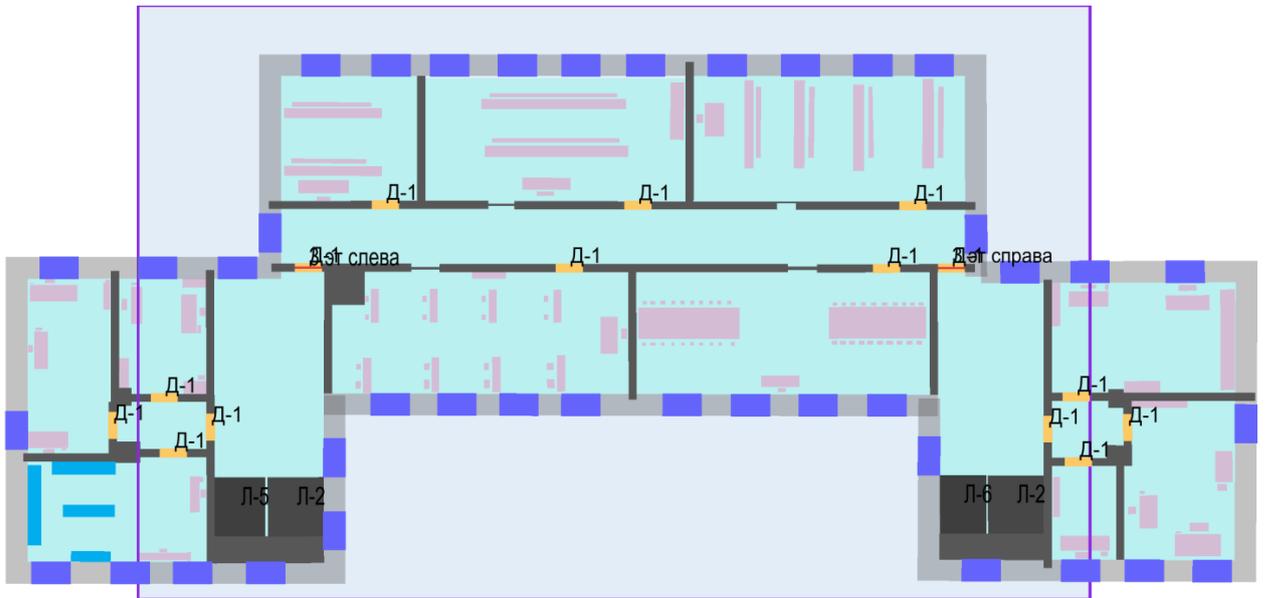


Рисунок А.3 – Этаж 3. Пожарная модель

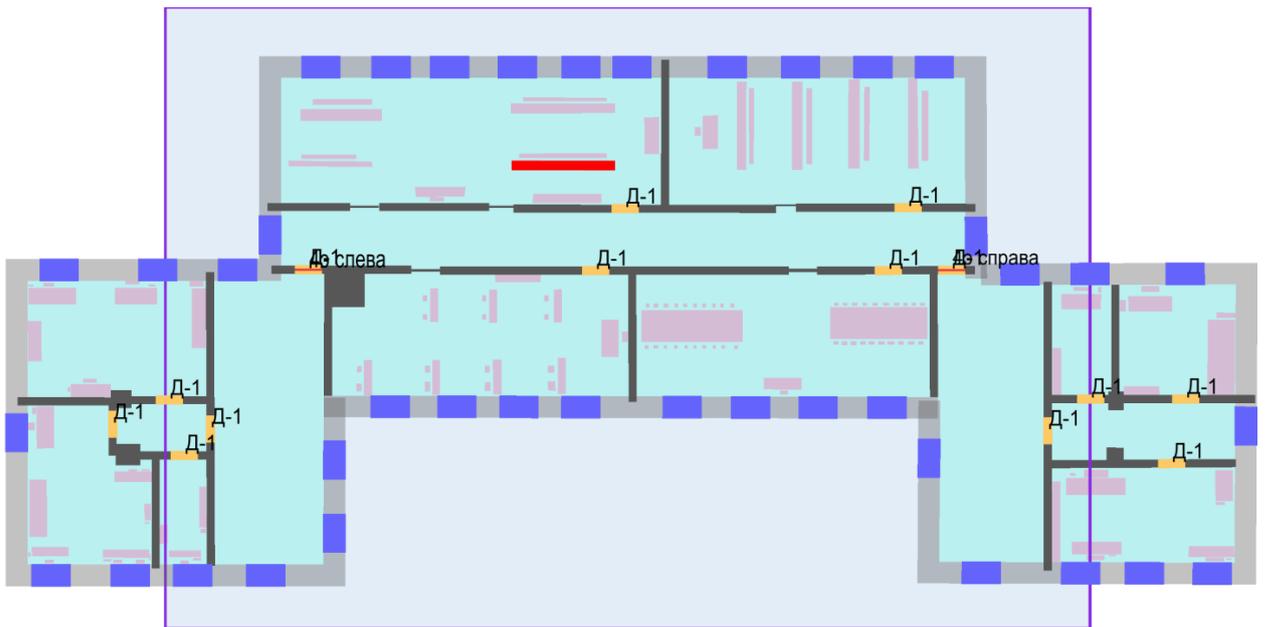


Рисунок А.4 – Этаж 4. Пожарная модель

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Графики изменения ОФП

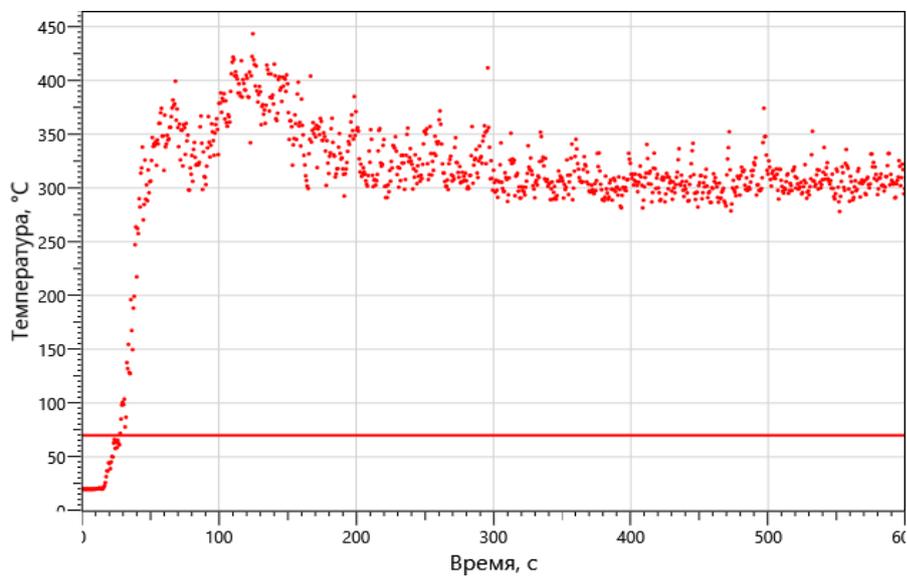


Рисунок Б.1 – Изменение температуры

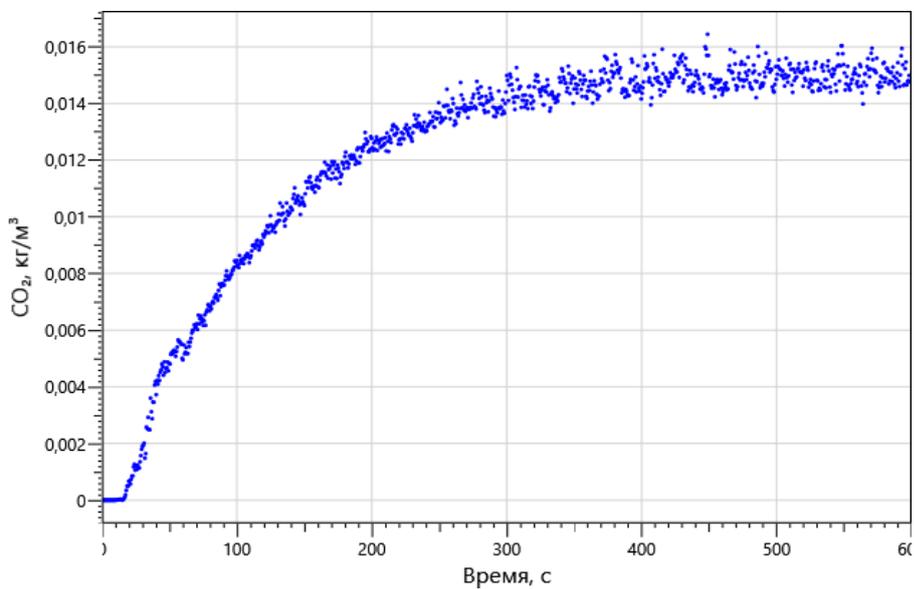


Рисунок Б.2 – Содержание диоксида углерода

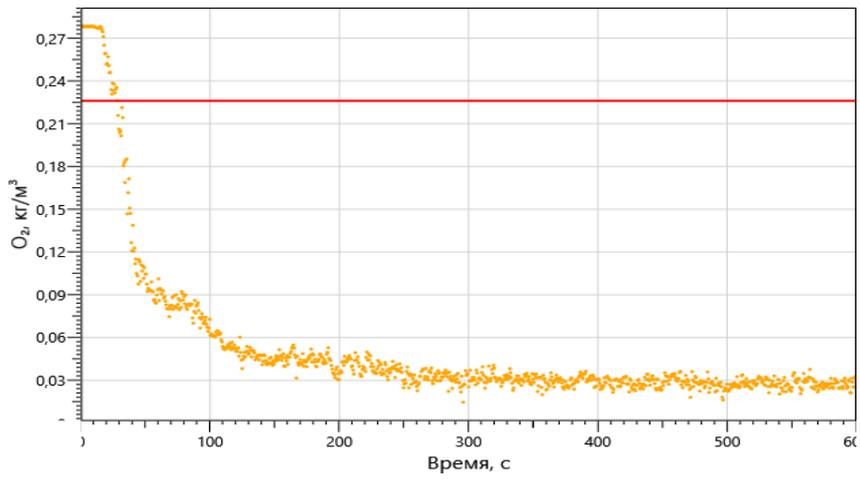


Рисунок Б.3 – Содержание кислорода

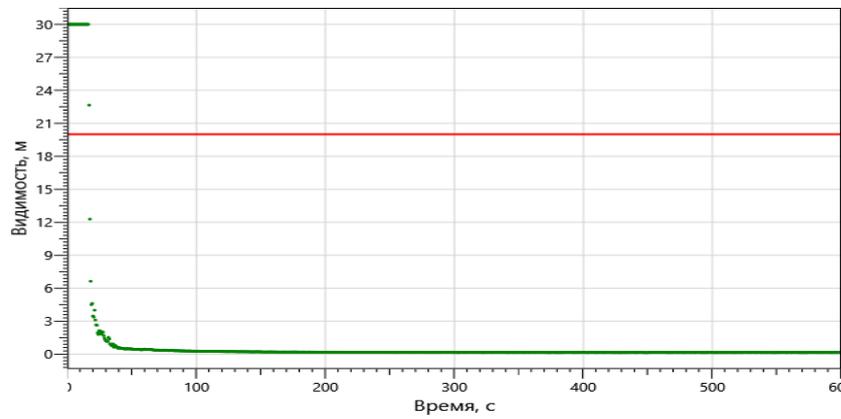


Рисунок Б.4 – Изменение видимости

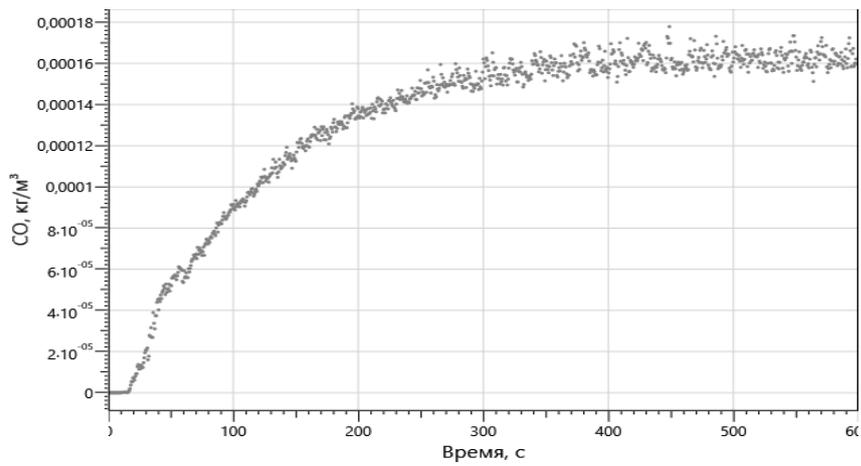


Рисунок Б.5 – Содержание оксида углерода

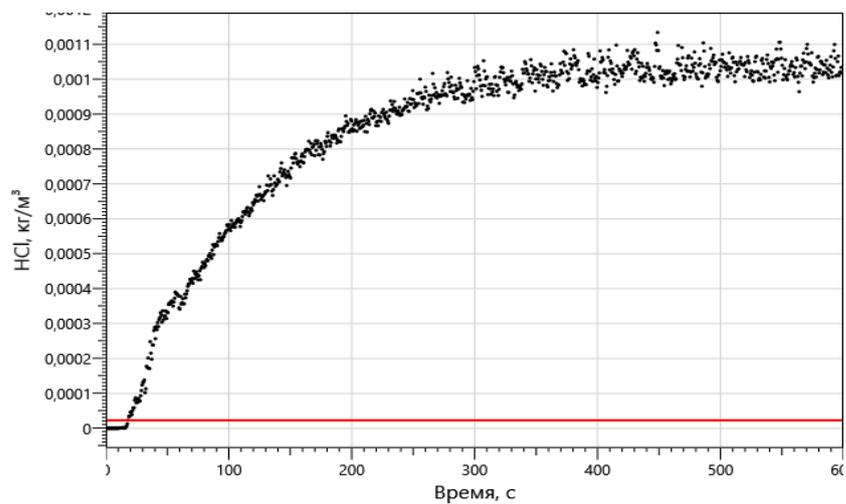


Рисунок Б.6 – Содержание хлористого водорода

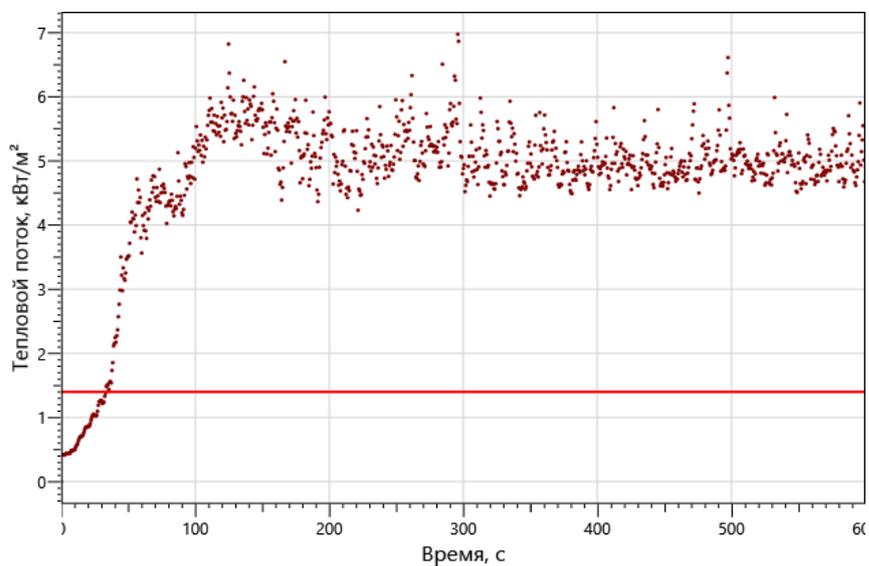


Рисунок Б.7 – Изменение теплового потока

