ООО «Проект-2018»

«Жилой комплекс со встроенно-пристроенными помещениями на 1-х этажах и подземной автостоянкой», расположенный на земельном участке по адресу: г. Москва, Горбунова ул., влд. 27 (ЗАО, 77:07:0004010:37)

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Раздел 9
Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Часть 2
Отчет по результатам расчета по оценке пожарного риска. Корпус 2

ГКО-319/22-РР2

Заказчик: АО «ГК «ОСНОВА»
Проектировщик: ООО «Проект-2018»

г. Москва, 2023

PROJECT 2018

ООО «Проект-2018»

«Жилой комплекс со встроенно-пристроенными помещениями на 1-х этажах и подземной автостоянкой», расположенный на земельном участке по адресу: г. Москва, Горбунова ул., влд. 27 (ЗАО, 77:07:0004010:37)

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Раздел 9
Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Часть 2
Отчет по результатам расчета по оценке пожарного риска. Корпус 2

ГКО-319/22-РР2

Заказчик: АО «ГК «ОСНОВА»
Проектировщик: ООО «Проект-2018»

Генеральный директор Голованова Н.Н.

Главный инженер проекта Дачкина К.В.

Главный архитектор проекта Аристова Е.Ю.

Руководитель авторского коллектива Лайко А.А.

г. Москва, 2023

Общество с ограниченной ответственностью "Ф-Метрикс"
125167, г. Москва, 4-я ул. 8-го Марта, д. 6А, пом. X, ком. 5
ИНН 7734402034, КПП 771401001, ОГРН 1177746337460
+7 (499) 600-20-00 inbox@f-metrics.ru www.f-metrics.ru

УТВЕРЖДЕНО
Генеральный директор
ООО «Ф-метрикс»
_____ В.В. Кривошеев
28 августа 2024 года

СОГЛАСОВАНО
Генеральный директор
ООО «Проект-2018»
_____ Н.Н. Голованова
28 августа 2024 года

«Жилой комплекс со встроенно-пристроенными помещениями на 1-х этажах и подземной автостоянкой», расположенный на земельном участке по адресу: г. Москва, Горбунова ул., влд. 27 (ЗАО, 77:07:0004010:37)

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Раздел 9. Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Часть 3. Отчет по результатам расчета по оценке пожарного риска. Корпус 2

ГКО-319/22-РР2

Том 9.3

Разработчик _____ Минченко Е. А.

Москва 2024 г.

Содержание тома

Обозначение	Наименование	Примечание
Текстовая часть		
ГКО-319/22-РР2.С	Содержание тома	
ГКО-319/22-РР2.СП	Состав проекта	
ГКО-319/22-РР2.ПЗ	Пояснительная записка	
Графическая часть		
	Выписка СРО	

Согласовано

Инв. № подл.

Подп. И дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата	ГКО-319/22-РР2.С		
Разработал		Минченко			08.24	Содержание тома	Стадия	Лист	Листов
Проверил		Горожанин			08.24		П	1	1
Н. контр		Кривошеев			08.24		ООО «Ф-метрикс»		

Состав проекта

Состав проектной документации объекта: «Жилой комплекс со встроенно-пристроенными помещениями на 1-х этажах и подземной автостоянкой», расположенный на земельном участке по адресу: г. Москва, Горбунова ул., влд. 27 (ЗАО, 77:0004010:37)

Состав проекта см. том ГКО-319/22-СП

Согласовано

Инв. № подл.

Подп. И дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата	ГКО-319/22-РР2.СП		
Разработал		Минченко			08.24	Состав проекта	Стадия	Лист	Листов
Проверил		Горожанин			08.24		П	1	1
Н. контр		Кривошеев			08.24		ООО «Ф-метрикс»		

Содержание

1 Наименование и адрес объекта защиты ... 3
1.1 Вводная часть ... 3
1.2 Построение полей опасных факторов пожара ... 4
2 Анализ пожарной опасности объекта защиты ... 6
2.1 Описание объекта защиты ... 6
2.2 Основание для проведения расчета пожарного риска ... 7
2.3 Перечень рассматриваемых сценариев развития пожара ... 7
3 Исходные данные для проведения расчета по оценке пожарного риска ... 8
3.1 Характеристика объекта защиты ... 8
3.2 Сведения о наличии систем пожарной сигнализации, автоматических установок пожаротушения, систем противодымной защиты, системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре и соответствии указанных систем требованиям нормативных документов по пожарной безопасности (их работоспособности) ... 9
3.3 Сведения о количестве и размещении людей на объекте, в том числе относящихся к маломобильным и немобильным группам населения ... 9
3.4 Описание принятых сценариев (сценария) пожара ... 10
3.4.1 Сценарий №1 (Жилье. Секция 1) ... 10
3.4.2 Сценарий №2 (Жилье. Секция 2) ... 11
3.5 Описание параметров системы противодымной защиты (места размещения дымоприемных устройств и их расходы, места размещения компенсационных притоков и их расходы) ... 12
3.6 Наличие или отсутствие автоматических установок пожаротушения в помещении очага пожара ... 13
3.7 Используемый в расчете метод математического моделирования пожара ... 13
3.7.1 Описание полевого метода моделирования пожара в здании ... 13
4 Наименование использованной методики расчета по оценке пожарного риска ... 15
4.1 Порядок определения времени блокирования путей эвакуации ... 15
4.2 Оценка последствий воздействия опасных факторов пожара на людей для различных сценариев его развития ... 15
4.3 Выбор модели эвакуации людей ... 15
4.4 Описание модели эвакуации людей ... 15
4.5 Эвакуация из мест начального размещения людских потоков ... 18
4.6 Составление расчетных схем и определение расчетного времени эвакуации людей ... 21
4.7 Расчет вероятной эвакуации людей ... 21
4.8 Расчет величины индивидуального пожарного риска ... 23
4.9 Определение частоты реализации пожароопасных ситуаций ... 25
5 Значения расчетных величин пожарного риска для объекта защиты ... 26
5.1 Сценарий №1 (Жилье. Секция 1) ... 26
5.1.1 Расчет времени блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара (сценарий №1) ... 26
5.1.2 Определение расчетного времени эвакуации людей из здания (сценарий №1) 47

5.1.3 Определение вероятности эвакуации людей из здания при пожаре (сценарий №1) 53
5.1.4 Определение величины индивидуального пожарного риска (сценарий №1) 54
5.2 Сценарий №2 (Жилье. Секция 2) 56
5.2.1 Расчет времени блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара (сценарий №2) 56
5.2.2 Определение расчетного времени эвакуации людей из здания (сценарий №2) 77
5.2.3 Определение вероятности эвакуации людей из здания при пожаре (сценарий №2) 84
5.2.4 Определение величины индивидуального пожарного риска (сценарий №2) 85
6 Вывод о соответствии или несоответствии расчетных величин пожарного риска соответствующим нормативным значениям пожарных рисков, установленным Федеральным законом "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" 87

1 Наименование и адрес объекта защиты

Наименование и адрес объекта защиты, в отношении которого выполнен расчет по определению величины пожарного риска: «Жилой комплекс со встроенно-пристроенными помещениями на 1-х этажах и подземной автостоянкой», расположенный на земельном участке по адресу: г. Москва, Горбунова ул., влд. 27 (ЗАО, 77:0004010:37).

1.1 Вводная часть

На основании пункта 15 статьи 2 Федерального закона Российской Федерации №123-ФЗ от 22.07.2008 г. «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (далее – №123-ФЗ), имущество граждан или юридических лиц, государственное или муниципальное имущество (включая объекты, расположенные на территориях поселений, а также здания, сооружения, строения, транспортные средства, технологические установки, оборудование, агрегаты, изделия и иное имущество), к которым установлены или должны быть установлены требования пожарной безопасности для предотвращения пожара и защиты людей при пожаре являются объектами защиты.

В соответствии со статьей 6 (Условия соответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности) №123-ФЗ, пожарная безопасность объекта защиты считается обеспеченной при выполнении в полном объеме требований пожарной безопасности, установленных настоящим Федеральным законом, а также одного из следующих условий:

– выполнены требования пожарной безопасности, содержащиеся в нормативных документах по пожарной безопасности, указанных в пункте 1 части 3 статьи 4 настоящего Федерального закона;

– -пожарный риск не превышает допустимых значений, установленных настоящим Федеральным законом;

– выполнены требования пожарной безопасности, содержащиеся в специальных технических условиях, отражающих специфику обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений и содержащих комплекс необходимых инженерно-технических и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности, согласованных в порядке, установленном федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным на решение задач в области пожарной безопасности;

– выполнены требования пожарной безопасности, содержащиеся в стандарте организации, который согласован в порядке, установленном федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным на решение задач в области пожарной безопасности;

– результаты исследований, расчетов и (или) испытаний подтверждают обеспечение пожарной безопасности объекта защиты в соответствии с частью 7 настоящей статьи.

Исходя из этих положений, расчёт пожарного риска на конкретном объекте защиты необходимо производить в целях оценки уровня безопасности людей в случае возникновения пожара.

Пожарный риск – мера возможности реализации пожарной опасности объекта защиты и её последствия для людей и материальных ценностей.

Допустимый пожарный риск – пожарный риск, уровень которого допустим и обоснован исходя из социально-экономических условий.

Индивидуальный пожарный риск – пожарный риск, который может привести к гибели человека в результате воздействия опасных факторов пожара (ст.2 №123-ФЗ).

Расчет по оценке пожарного риска проводится в соответствии с Правилами проведения расчетов по оценке пожарного риска, утвержденных постановлением

Правительства Российской Федерации от 22 июля 2020 года №1084 «О порядке проведения расчетов по оценке пожарного риска» и оформляется в виде отчета.

Расчет по оценке пожарного риска оформляется в виде отчета по результатам расчета по оценке пожарного риска в соответствии с требованиями, установленными СП 505.1311500.2021 «Расчет пожарного риска. Требования к оформлению» (далее – СП 505.1311500.2021).

Оценка пожарного риска проводится путем определения расчётных величин пожарного риска на объекте защиты и сопоставления их с соответствующим нормативным значением пожарного риска, установленного №123-ФЗ.

Определение расчётных величин пожарного риска заключается в расчёте индивидуального пожарного риска для сотрудников в здании. Численным выражением индивидуального пожарного риска является частота воздействия опасных факторов пожара (ОФП) на человека, находящегося в здании.

В соответствии со статьей 79 №123-ФЗ, индивидуальный пожарный риск (нормативная величина пожарного риска) в зданиях, сооружениях и строениях не должен превышать значения одной миллионной в год, при размещении отдельного человека в наиболее удалённой от выхода из здания, сооружения и строения точке.

1.2 Построение полей опасных факторов пожара

Построение полей опасных факторов пожара проводится с помощью методов математического моделирования пожара, приведенных в прил. № 1 к методике определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках различных классов функциональной пожарной опасности, утвержденной приказом МЧС России от 14.11.2022 №1140 (далее – Методика-1140).

Согласно п.26 Методики-1140, для построения полей опасных факторов пожара проводится экспертный выбор сценария или сценариев пожара, при которых ожидаются наихудшие последствия для находящихся в здании людей.

Ввиду того, что проведение расчетов по распространению опасных факторов пожара для всех возможных сценариев развития пожара является практически невыполнимой задачей, в рамках Методики-1140 расчет пожарного риска проводится по одному или нескольким сценариям, при которых ожидаются наихудшие последствия для находящихся в здании людей. Выбор данных сценариев осуществляется экспертным путем.

Сценарий пожара представляет собой вариант развития пожара с учетом принятого места возникновения и характера его развития. Сценарий пожара определяется на основе данных об объемно-планировочных решениях, о размещении горючей нагрузки и людей на объекте. При расчете рассматриваются сценарии пожара, при которых реализуются наихудшие условия для обеспечения безопасности людей.

В качестве сценариев с наихудшими условиями пожара рассматриваются сценарии, характеризуемые наиболее затрудненными условиями эвакуации людей и (или) наиболее высокой динамикой нарастания ОФП, а именно пожары:

- в помещениях, характеризующихся присутствием наибольшего количества людей;
- в системах помещений, в которых из-за распространения ОФП возможно быстрое блокирование путей эвакуации (коридоров, эвакуационных выходов и так далее). При этом очаг пожара, как правило, выбирается в помещении малого объема вблизи от одного из эвакуационных выходов либо в помещении с большим количеством горючей нагрузки, характеризующейся высокой скоростью распространения пламени;
- сопровождающиеся распространением ОФП через обычные лестничные клетки;
- в помещениях и системах помещений атриумного типа;

- в системах помещений, в которых из-за недостаточной пропускной способности путей эвакуации возможно возникновение продолжительных скоплений людских потоков.

Сценарии пожара, не реализуемые при нормальном режиме эксплуатации объекта (теракты, поджоги, хранение горючей нагрузки, не предусмотренной назначением объекта и т.д.), не рассматривались.

2 Анализ пожарной опасности объекта защиты

Пожарная опасность объекта определяется пожарной опасностью применяемых веществ и материалов, условиями их использования, параметрами и особенностями технологических процессов, пожарной нагрузкой (количеством теплоты, которая может выделиться при сгорании материалов, приходящихся на единицу площади поверхности пола объекта), а также объемно-планировочными и конструктивными параметрами самого объекта. Пожарная опасность веществ и материалов характеризуется их способностью к распространению пламени, концентрационными и температурными пределами воспламенения и другими показателями – температурой вспышки, температурами воспламенения, самовоспламенения и тления, склонностью к самовозгоранию.

Современные здания и конструкции являются сложным конгломератом материалов самых различных пожарно-технических свойств. Существует множество отделочных и облицовочных материалов, среди которых можно выделить полистирольные плитки, ПВХ- и ДСП-панели, обои, пленки, керамическую плитку, стеклопластики и т.д. Большинство продукции данного типа относятся к горючим. Следует также иметь в виду, что наибольшей опасности при пожаре подвергаются люди, находящиеся на более высокой отметке.

Пожарная нагрузка в помещениях Объекта соответствует типовой пожарной нагрузке в зависимости от класса функциональной назначения помещения.

В случае пожара в помещениях Объекта, горение из очага пожара будет распространяться радиально в стороны и конусообразно вверх по пожарной нагрузке. При этом опасные факторы пожара в помещении, где расположен очаг пожара, за короткий период времени могут достичь значений, опасных для жизни и здоровья находящихся там людей. Следовательно, в случае несвоевременной эвакуации людей из помещения, где произошел пожар, возможно получение людьми отравлений токсичными продуктами горения, а также их травмирование и гибель.

Одновременно с распространением пожара по помещению, где расположен очаг пожара, возможно распространение опасных факторов пожара в смежные помещения через проемы в ограждающих конструкциях, что может затруднить эвакуацию людей в данных помещениях. Учитывая конструктивные особенности Объекта, на начальном этапе пожара горение будет локализовано в пределах помещения, где расположен очаг пожара, в течение времени, равного минимальному значению предела огнестойкости ограждающих конструкций и заполнений проемов помещения. При несвоевременном обнаружении и тушении пожара, распространение горения из очага пожара может перейти из линейного в объемное. По мере достижения пределов огнестойкости ограждающих конструкций и заполнений проемов, горение может распространяться через проемы в ограждающих конструкциях на смежные помещения пожарного отсека. На этапе развившегося пожара горение будет локализовано в пределах пожарного отсека, где расположен очаг пожара.

На начальной стадии пожара у конструкций и конструктивных элементов Объекта наступления предельных состояний по огнестойкости не произойдет. Однако, при несвоевременном обнаружении и тушении пожара, первоначально произойдет обрушение гипсокартонных и светопропускающих перегородок, затем балки и плиты перекрытий могут получить критические деформации, а в дальнейшем возможно обрушение кирпичных перегородок, стен и колонн зданий Объекта.

2.1 Описание объекта защиты

Объект состоит из двух жилых корпусов со встроенными (встроенно-пристроенные) общественными помещениями в уровне 1-го этажа, размещаемые на двухэтажной подземной автостоянке.

Корпус 1 – жилое здание коридорного типа, высотой не более 120 м.

Корпус 2 – жилое здание секционного типа, состоящее из двух секций, высотой не более 75 м.

На подземных этажах размещается автостоянка, технические помещения, кладовые жильцов (блоки кладовых).

На первом этаже размещаются входные группы в жилые корпуса, встроенно-пристроенные общественные помещения, технические помещения.

Со второго этажа и выше предусмотрено размещение квартир.

Класс функциональной пожарной опасности объекта защиты – Ф1.3.

В состав Объекта также входят помещения Ф3.1 (помещения предприятий торговли), Ф3.2 (помещения предприятий общественного питания), Ф4.3 (офисные помещения), Ф5.1 (помещения технического и производственного назначения), Ф5.2 (кладовые жильцов (блоки кладовых), складские помещения), Ф5.2 (автостоянка (в том числе рампа) без технического обслуживания и ремонта автомобилей).

Время функционирования объекта защиты – 24 часа.

Описание состава систем противопожарной защиты:

– автоматическая пожарная сигнализация;
– система оповещения и управления эвакуацией 2-го типа;
– система противодымной вентиляции;
– система автоматического пожаротушения.

2.2 Основание для проведения расчета пожарного риска.

Проведение расчетов по определению величины пожарного риска обусловлено необходимостью подтверждения обеспечения на объекте защиты нормативного значения пожарного риска при принятых объемно-планировочных решениях.

2.3 Перечень рассматриваемых сценариев развития пожара

На основе анализа горючей нагрузки, путей распространения опасных факторов пожара (далее – ОФП) и количества людей на Объекте рассматривались следующие сценарии развития пожара:

– пожар происходит в жилом помещении на 2-м этаже секции 1. ОФП распространяются по помещению и за его пределы, создает угрозу блокирования ближайшего эвакуационного выхода, ведущего на лестничную клетку;

– пожар происходит в жилом помещении на 5-м этаже секции 2. ОФП распространяются по помещению и за его пределы, создает угрозу блокирования ближайшего эвакуационного выхода, ведущего на лестничную клетку.

Пожар происходит в каждом из представленных выше помещений независимо друг от друга.

Самый неблагоприятный вариант развития пожара – это пожар блокирующий эвакуационный выход, а также пожар в центре помещения, что сопровождается быстрым распространением ОФП в объёме помещения.

3 Исходные данные для проведения расчета по оценке пожарного риска

3.1 Характеристика объекта защиты

Объект разделён на пожарные отсеки (далее – ПО), а именно:

– ПО №1 – двухэтажная подземная автостоянка (в том числе технические помещения к ней не относящиеся, блоки кладовых жильцов, кладовые жильцов вне блока кладовых) с площадью этажа в пределах пожарного отсека не более 4000 м^2;

– ПО №2 – жилой корпус 1 с 1-го по 22-й этажи с высотой пожарного отсека не более 75 м с площадью этажа в пределах пожарного отсека не более 2000 м^2 (включая встроенные (встроенно-пристроенные) общественные помещения первого этажа, в том числе габаритами более 15 м). Высота корпуса, с учётом деления на пожарные отсеки предусмотрена не более 120 м;

– ПО№3 – жилой корпус 1 с 23-го по 35-й этажи с высотой пожарного отсека не более 50 м с площадью этажа в пределах пожарного отсека не более 2000 м^2. Высота корпуса, с учётом деления на пожарные отсеки предусмотрена не более 120 м.

– ПО №4 – жилой корпус 2 высотой не более 75 м с площадью этажа в пределах пожарного отсека не более 2500 м^2 (включая встроенные (встроенно-пристроенные) общественные помещения первого этажа.

Высота каждого этажа корпуса 2 секции 1 (Этаж 1а) – 4,16 м.; (2-19 этаж) – 2,70 м.;

Высота каждого этажа корпуса 2 секции 2 (Этаж 1а) – 4,16 м.; (2-12 этаж) -2,70 м., (13 этаж) – 2,68 м., (14 этаж) – 2,71 м., (15-20 этаж) – 2,7 м.

Время функционирования объекта защиты (нахождение на объекте защиты охраны и других сотрудников в то время, когда основной вид деятельности не осуществляется, во время функционирования не включается):

– в офисных помещениях (Ф4.3) – 12 часов;
– в помещениях предприятий торговли (Ф3.1) – 12 часов;
– в помещениях организации общественного питания (Ф3.2) – 12 часов;
– в жилых помещениях многоквартирного дома (Ф1.3) – 24 часа.

Количество эвакуационных выходов с этажа и (или) из здания (в том числе выходы из ЛК), их размеры представлены в таблице ниже.

Таблица 1

Расположение	Наименование	Размеры, м	Кол-во	Места размещения
Корпус 2. Секция 1				
Этаж 1	Выход 1 (наружу)	1,25*2,0	1	Выход из ЛК наружу (5/2 / Б/2-В/2)
Этаж 2-19	Выход 2-19 (с этажа)	1,05*2,0	18	Выход с этажа на ЛК (3/2 / В/2)
Корпус 2. Секция 2				
Этаж 1	Выход 1 (наружу)	1,1*2,0	1	Выход из ЛК наружу (8/2-9/2 / В/2)
Этаж 2-20	Выход 2-20 (с этажа)	1,05*2,0	19	Выход с этажа на ЛК (9/2-10/2 / Б/2-В/2)

Количество лестниц и (или) лестничных клеток, по которым проходят пути эвакуации, их тип и параметры (ширина маршей, ширина площадок, ширина выходов с этажей, ширина выходов из лестничных клеток) приведены в таблице ниже.

Таблица 2

Наименование ЛК	Кол-во	Тип ЛК	Параметры ЛК
Корпус 2. Секция 1			
Лестничная клетка (ЛК1)	1	Н1	Ширина марша:1,05 м Ширина площадок: 1,05 м Ширина выходов с этажей: 1,05 м Ширина выходов из ЛК: 1,25 м
Корпус 2. Секция 2			
Лестничная клетка (ЛК1)	1	Н1	Ширина марша:1,05 м Ширина площадок: 1,05 м Ширина выходов с этажей: 1,05 м Ширина выходов из ЛК: 1,1 м

Количество, площадь и места размещения зон безопасности (пожаробезопасных зон) для людей, относящихся к маломобильным группам населения, представлены в таблице ниже.

Таблица 3

Расположение	Наименование ПБЗ	Расположение ПБЗ	Площадь ПБЗ, $м^2$	Количество ПБЗ
Корпус 2. Секция 1				
Этаж 2-19	ПБЗ_02-ПБЗ_29	(4/2-5/2)/(Б/2-В/2)	7,46	18
Корпус 2. Секция 2				
Этаж 2-20	ПБЗ_02-ПБЗ_20	(10/2-11/2)/(В/2-Б/2)	11,73	19

Поэтажные планы объекта защиты представлены на рисунках в разделах 5.1.2, 5.2.2 настоящего отчета.

Данные о высоте этажей (помещений) приведены в разделах 5.1.1, 5.2.1 настоящего отчета.

3.2 Сведения о наличии систем пожарной сигнализации, автоматических установок пожаротушения, систем противодымной защиты, системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре и соответствии указанных систем требованиям нормативных документов по пожарной безопасности (их работоспособности)

Помещения Объекта оборудованы системами противопожарной защиты:

- автоматическая пожарная сигнализация;
- система оповещения и управления эвакуацией 2-го типа;
- система противодымной вентиляции;
- система автоматического пожаротушения.

3.3 Сведения о количестве и размещении людей на объекте, в том числе относящихся к маломобильным и немобильным группам населения

Сведения о количестве и размещении людей на объекте защиты, в том числе относящихся к маломобильным группам населения представлены ниже.

Для Корпуса 2 Секции 1:

– на 2-3 этаже: 11 человек контингента М0-7 (зимняя одежда), 1 человек относящий к гр. Инвалиды в креслах-колясках (М4), 1 человек относящий к гр. Люди с поражением ОДА (1 опора) (М3), 1 человек относящий к гр. Пожилые немощные люди (М2);

– на 4-11 этаже: 12 человек контингента М0-7 (зимняя одежда), 1 человек относящий к гр. Инвалиды в креслах-колясках (М4), 1 человек относящий к гр. Люди с поражением ОДА (1 опора) (М3), 1 человек относящий к гр. Пожилые немощные люди (М2);

– на 12-19 этаже: 11 человек контингента М0-7 (зимняя одежда), 1 человек относящий к гр. Инвалиды в креслах-колясках (М4), 1 человек относящий к гр. Люди с поражением ОДА (1 опора) (М3), 1 человек относящий к гр. Пожилые немощные люди (М2);

– на кровле: 2 человека контингента М0-7 (зимняя одежда).

Расположение людей гр. М4 выбрано в соответствии с расположением их в наиболее удаленных от ПБЗ и выходов наружу точках.

Для Корпуса 2 Секции 2:

– на 2-7 этаже: 12 человек контингента М0-7 (зимняя одежда), 1 человек относящий к гр. Инвалиды в креслах-колясках (М4), 1 человек относящий к гр. Люди с поражением ОДА (1 опора) (М3), 1 человек относящий к гр. Пожилые немощные люди (М2);

– на 8-10 этаже: 12 человек контингента М0-7 (зимняя одежда), 1 человек относящий к гр. Инвалиды в креслах-колясках (М4), 1 человек относящий к гр. Люди с поражением ОДА (1 опора) (М3), 1 человек относящий к гр. Пожилые немощные люди (М2);

– на 11-18 этаже: 12 человек контингента М0-7 (зимняя одежда), 1 человек относящий к гр. Инвалиды в креслах-колясках (М4), 1 человек относящий к гр. Люди с поражением ОДА (1 опора) (М3), 1 человек относящий к гр. Пожилые немощные люди (М2);

– на 19 этаже: 12 человек контингента М0-7 (зимняя одежда), 1 человек относящий к гр. Инвалиды в креслах-колясках (М4), 1 человек относящий к гр. Люди с поражением ОДА (1 опора) (М3), 1 человек относящий к гр. Пожилые немощные люди (М2);

– на 20 этаже: 11 человек контингента М0-7 (зимняя одежда), 1 человек относящий к гр. Инвалиды в креслах-колясках (М4), 1 человек относящий к гр. Люди с поражением ОДА (1 опора) (М3), 1 человек относящий к гр. Пожилые немощные люди (М2);

– на кровле: 2 человека контингента М0-7 (зимняя одежда).

Расположение людей гр. М4 выбрано в соответствии с расположением их в наиболее удаленных от ПБЗ и выходов наружу точках.

3.4 Описание принятых сценариев (сценария) пожара

3.4.1 Сценарий №1 (Жилье. Секция 1)

1) Место возникновения пожара: пожар происходит в жилом помещении на 2-м этаже секции 1. ОФП распространяются по помещению и за его пределы, создает угрозу блокирования ближайшего эвакуационного выхода, ведущего на лестничную клетку.

2) Расчетная область: помещения, находящиеся на 2-м этаже секции1. Дверь помещения очага пожара, а также двери на путях эвакуации принимались открытыми. Двери в смежные помещения принимались закрытыми. Размер ячейки области расчета, используемой в сценарии, равен 0,25 м.

3) Параметры горючей нагрузки (жилые помещения гостиниц, общежитий и т.д.), использовавшейся при моделировании, представлены в таблице ниже.

Таблица 4

Параметр	Единица измерения	Значение
Низшая теплота сгорания	кДж/кг	13800
Линейная скорость распространения пламени	м/с	0,0045
Удельная массовая скорость выгорания	кг/(м² · с)	0,0145
Коэффициент полноты сгорания	—	0,93
Удельная мощность	кВт/м²	186,093

Дымообразующая способность	Нп · м²/кг	270
Потребление кислорода (O_2)	кг/кг	1,03
Выделение углекислого газа (CO_2)	кг/кг	0,203
Выделение угарного газа (CO)	кг/кг	0,0022
Выделение хлористого водорода (HCl)	кг/кг	0,014

4) Максимальная площадь очага пожара для рассматриваемого сценария принята равной 3,15 м^2.

3.4.2 Сценарий №2 (Жилье. Секция 2)

1) Место возникновения пожара: пожар происходит в жилом помещении на 5-м этаже секции 2. ОФП распространяются по помещению и за его пределы, создает угрозу блокирования ближайшего эвакуационного выхода, ведущего на лестничную клетку.

2) Расчетная область: помещения, находящиеся на 5-м этаже секции 2. Дверь помещения очага пожара, а также двери на путях эвакуации принимались открытыми. Двери в смежные помещения принимались закрытыми. Размер ячейки области расчета, используемой в сценарии, равен 0,25 м.

3) Параметры горючей нагрузки (жилые помещения гостиниц, общежитий и т.д.), использовавшейся при моделировании, представлены в таблице ниже.

Таблица 5

Параметр	Единица измерения	Значение
Низшая теплота сгорания	кДж/кг	13800
Линейная скорость распространения пламени	м/с	0,0045
Удельная массовая скорость выгорания	кг/(м² · с)	0,0145
Коэффициент полноты сгорания	—	0,93
Удельная мощность	кВт/м²	186,093
Дымообразующая способность	Нп · м²/кг	270
Потребление кислорода (O_2)	кг/кг	1,03
Выделение углекислого газа (CO_2)	кг/кг	0,203
Выделение угарного газа (CO)	кг/кг	0,0022
Выделение хлористого водорода (HCl)	кг/кг	0,014

4) Максимальная площадь очага пожара для рассматриваемого сценария принята равной 3,39 м^2.

Дополнительное описание сценариев развития пожара на рассматриваемом объекте представлено в таблице ниже.

Таблица 6

№ сценария пожара	№ приказа, по которому осуществляется расчет риска	Расчетное количество людей	Количество МГН (с учетом группы мобильности) со ссылкой на НТД или ТЗ	Методика определения расчетного времени эвакуации	Методика определения времени блокирования путей эвакуации	Наименование пожарной нагрузки в помещении и её площадь	Обоснование выбора места очага пожара (ссылка на СТУ, НТД)
1 (Жилье. Секция 1)	Приказ №1140	262 человек	Предусмотрен доступ По 1-му чел. гр. М2; по 1-му чел гр. М3; по 1-му чел. гр. М4 на 2-м - 19–м этаже	Индивидуально-поточная модель расчета движения людей	Полевая модель расчета времени блокирования путей эвакуации	Жилые помещения гостиниц, общежитий и т.д. (S=3,15 м^2)	Подтверждения принятых проектных решений и подтверждения обеспечения безопасности объекта, в том числе безопасности людей
2 (Жилье. Секция 2)	Приказ №1140	286 человек	Предусмотрен доступ По 1-му чел. гр. М2; по 1-му чел гр. М3; по 1-му чел. гр. М4 на 2-м - 20–м этаже	Индивидуально-поточная модель расчета движения людей	Полевая модель расчета времени блокирования путей эвакуации	Жилые помещения гостиниц, общежитий и т.д. (S=3,39 м^2	Подтверждения принятых проектных решений и подтверждения обеспечения безопасности объекта, в том числе безопасности людей

3.5 Описание параметров системы противодымной защиты (места размещения дымоприемных устройств и их расходы, места размещения компенсационных притоков и их расходы)

Системы противодымной вентиляции, учитываемые в расчете и их параметры (при наличии систем):

– в сценарии №1 (Жилье. Секция 1) была учтена работа противодымной вентиляции: система дымоудаления (ДУ3=21740 м^3/ч), система приточной противодымной вентиляции (ПД23=8600 м^3/ч). Планы с указанием мест размещения дымоприемных устройств, а также мест размещения компенсационных притоков приведены в Приложении №2;

– в сценарии №2 (Жилье. Секция 2) была учтена работа противодымной вентиляции: система дымоудаления (ДУ4=21050 м^3/ч), система приточной противодымной вентиляции (ПД24=8600 м^3/ч). Планы с указанием мест размещения дымоприемных устройств, а также мест размещения компенсационных притоков приведены в Приложении №2.

3.6 Наличие или отсутствие автоматических установок пожаротушения в помещении очага пожара

Система автоматического пожаротушения, учитываемая в расчете (при наличии системы):

– в сценарии №1, 2 при моделировании пожара работа системы автоматического пожаротушения не учитывалась.

3.7 Используемый в расчете метод математического моделирования пожара

Математическую модель пожара определяем согласно прил. №1 Методики-1140.

Выбор полевой модели расчета времени блокирования путей эвакуации осуществлялся исходя из следующих предпосылок:

– 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.).

3.7.1 Описание полевого метода моделирования пожара в здании

Основой для полевых моделей пожаров являются уравнения, выражающие законы сохранения массы, импульса, энергии и масс компонентов в рассматриваемом малом контрольном объеме.

Уравнение сохранения массы:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j}\left(\rho \cdot u_j\right) = 0.$$

Уравнение сохранения импульса:

$$\frac{\partial}{\partial t}\left(\rho \cdot u_j\right) + \frac{\partial}{\partial x_j}\left(\rho \cdot u_j \cdot u_i\right) = -\frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial \tau_{ij}}{\partial x_j} + \rho \cdot g_i.$$

Для ньютоновских жидкостей, подчиняющихся закону Стокса, тензор вязких напряжений определяется формулой:

$$\tau_{ij} = \mu \cdot \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i}\right) - \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot \frac{\partial u_k}{\partial x_k} \cdot \delta_{ij}.$$

Уравнение энергии:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho \cdot h) + \frac{\partial}{\partial x_j}\left(\rho \cdot u_j \cdot h\right) = \frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j}\left(\frac{\lambda}{c_p} \cdot \frac{\partial h}{\partial x_j}\right) - \frac{\partial {q_j}^R}{\partial x_j},$$

где $h = h_0 + \int_{T_0}^{T} c_p \cdot d\,T + \sum_k (Y_k \cdot H_k)$- статическая энтальпия смеси;

– H_k- теплота образования k -го компонента;

– $c_p = \sum_k \left(Y_k \cdot c_{p,k}\right)$- теплоемкость смеси при постоянном давлении;

– ${q_j}^R$- радиационный поток энергии в направлении x_j .

– Уравнение сохранения химического компонента k:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho \cdot Y_k) + \frac{\partial}{\partial x_j}\left(\rho \cdot u_j \cdot Y_k\right) = \frac{\partial}{\partial x_j}\left(\rho \cdot D \cdot \frac{\partial Y_k}{\partial x_j}\right) + S_k.$$

Для замыкания системы уравнений используется уравнение состояния идеального газа. Для смеси газов оно имеет вид:

$$P = \rho \cdot R_0 \cdot T \cdot \sum_k \frac{Y_k}{M_k},$$

– где R_0- универсальная газовая постоянная;
– M_k- молярная масса k -го компонента.

4 Наименование использованной методики расчета по оценке пожарного риска

Определение величины пожарного риска для общественных зданий осуществляется в соответствии с Методикой-1140.

4.1 Порядок определения времени блокирования путей 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 приведены в таблице ниже.

Таблица 7

Название	T, °C	V, м	O_2, кг/м^3	CO_2, кг/м^3	CO, кг/м^3	HCl, кг/м^3	AT, Вт/м^2
Значение	70	20	0,226	0,11	0,00116	0,000023	1400

Принятые обозначения и единицы измерения приведены в таблице ниже.

Таблица 8

Параметр	Ед. изм.	Примечание
B	с.	Время блокирования
T	с.	По повышенной температуре
V	с.	По потере видимости
O_2	с.	По содержанию кислорода
CO_2	с.	По содержанию CO2
CO	с.	По содержанию CO
HCl	с.	По содержанию HCL
AT	с.	По тепловому потоку

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

Для каждого сценария строится расчетная схема эвакуации, формулируется математическая модель и моделируется эвакуация людей из здания при пожаре.

Оценка последствий воздействия опасных факторов пожара проводится в соответствии с п.33 Методики-1140.

Оценка последствий воздействия опасных факторов пожара на людей заключается в определении вероятности эвакуации людей из здания при пожаре.

Вероятность эвакуации людей определяется на основе сопоставления значений времени эвакуации людей и времени блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара.

Для определения расчетного времени эвакуации людей в соответствии с приложением №5 Методики-1140 определяется модель эвакуации людей из здания, проводится построение расчетной схемы эвакуации и осуществляется моделирование эвакуации людей.

4.3 Выбор модели эвакуации людей

Для определения расчетного времени эвакуации использовалась индивидуально-поточная модель движения людей из здания.

4.4 Описание модели эвакуации людей

Расчетное время эвакуации людей из здания устанавливается по времени выхода из него последнего человека.

За габариты человека в плане принимается эллипс с размерами осей, указанными в таблице П2.5 приложения №2 к Методике. Задаются координаты каждого человека xi - расстояние от центра эллипса до конца эвакуационного участка, на котором он находится (Рисунок 1).

Координаты каждого человека xi в начальный момент времени задаются в соответствии со схемой расстановки людей в помещениях (например, рабочие места, места для зрителей, спальные места). В случае отсутствия таких данных, например, для магазинов, выставочных залов и так далее, допускается размещать людей равномерно по всей площади помещения с учетом расстановки технологического оборудования.

Координата каждого человека в момент времени t определяется по формуле (1):

$$x_i(t) = x_i(t - \Delta t) - V_i(t) \cdot \Delta t, м \quad (1)$$

– где $x_i(t - \Delta t)$— координата i -го человека в предыдущий момент времени, м;

– $V_i(t)$– скорость i -го человека в момент времени t, м/с;

– Δt– промежуток времени, с.

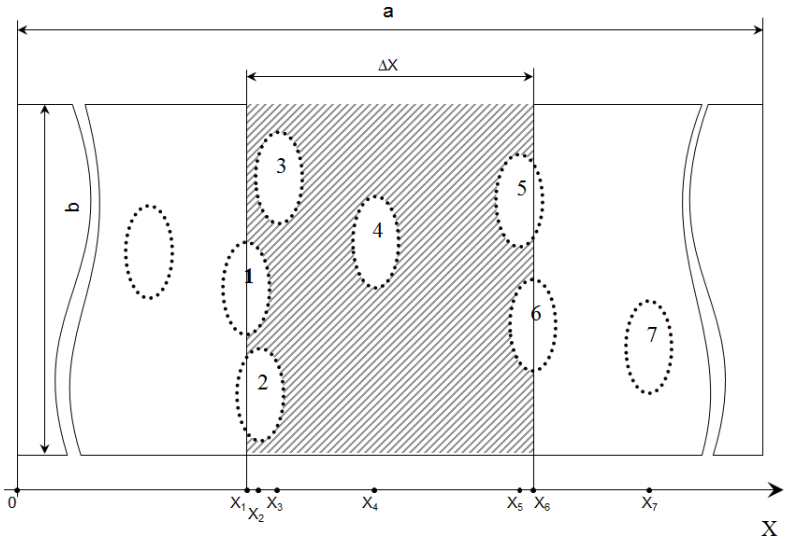


Рисунок 1 – Координатная схема размещения людей на путях эвакуации

Скорость i -го человека $V_i(t)$в момент времени t определяется по таблице П2.5, П2.6 приложения №2 Методики-1140 в зависимости от локальной плотности потока, в котором он движется, $D_i(t)$ и типа эвакуационного участка.

Локальная плотность $D_i(t)$вычисляется по группе, состоящей из n человек, по формуле (2):

$$D_i(t) = (n(t) - 1) \cdot f/(b \cdot \Delta x) м^2/м^2, \quad (2)$$

– где n– количество людей в группе, человек;

– f– средняя площадь горизонтальной проекции человека, м²/м²;

– b – ширина эвакуационного участка, м;

– Δx– разность координат последнего и первого человека в группе, м.

Если в момент времени t координата человека $x_i(t)$, станет отрицательной – это означает, что человек достиг границы текущего эвакуационного участка и должен перейти на следующий эвакуационный участок.

В этом случае координата этого человека на следующем эвакуационном участке определяется:

$$x_i(t) = [x_i(t - dt) - V_i(t) \cdot dt] + a_j - l_j м, \quad (3)$$

– где $x_i(t - dt)$– координата i - го человека в предыдущий момент времени на (j -1) эвакуационном участке, м;

– $V_i(t)$ – скорость i -го человека на (j –1)-ом эвакуационном участке в момент времени t, м/с;

– a_j – длина j -го эвакуационного участка, м;

– l_j– координата места слияния j -го и (j –1)-го эвакуационных участков — расстояние от начала j -го эвакуационного участка до места слияния его с (j –1)-ым эвакуационным участком, м.

Количество людей, переходящих с одного эвакуационного участка на другой в единицу времени, определяется пропускной способностью выхода с участка$Q_j(t)$:

$$Q_j(t) = q_j(t) \cdot c_j \cdot dt/(f \cdot 60)\text{чел.}, \quad (4)$$

– где $q_j(t)$ — интенсивность движения на выходе с j-го эвакуационного участка в момент времени t, м/мин;

– c_j — ширина выхода с j-го эвакуационного участка, м;

– dt — промежуток времени, с;

– f— средняя площадь горизонтальной проекции человека, м^2.

Интенсивность движения на выходе с j -го эвакуационного участка $q_j(t)$ в момент времени t определяется в зависимости от плотности людского потока на этом участке $D_{v_j t}$.

Плотность людского потока на j-ом эвакуационном участке $D_{v_j(t)}$ в момент времени t определяется по формуле (5):

$$D_{v_j(t)} = \left(N_j \cdot f \cdot dt\right)/\left(a_j \cdot b_j\right)\text{м}^2/\text{м}^2, \quad (5)$$

– где Nj – число людей на j -ом эвакуационном участке, чел.;

– f — средняя площадь горизонтальной проекции человека, м^2;

– a_j — длина j -го эвакуационного участка, м;

– b_j— ширина j -го эвакуационного участка, м;

– dt— промежуток времени, с.

В момент времени t определяется количество людей m с отрицательными координатами $x_i(t)$, определенными по формуле (1).

Если значение $m \leq Q_j(t)$, то все m человек переходят на следующий эвакуационный участок и их координаты определяются в соответствии с формулой (3). Если значение $m > Q_j(t)$, то количество человек равное значению $Q_j(t)$ переходят на следующий эвакуационный участок и их координаты определяются в соответствии с формулой (3), а количество человек, равное значению $\left(m - Q_j(t)\right)$, не переходят на следующий эвакуационный участок (остаются на данном эвакуационном участке) и их координатам присваиваются значения $x_i(t) = k \cdot 0{,}25 + 0{,}25$,

– где k— номер ряда, в котором будут находиться люди (максимально возможное количество человек в одном ряду сбоку друг от друга для каждого эвакуационного участка определяется перед началом расчетов). Таким образом, возникает скопление людей перед выходом с эвакуационного участка.

В соответствии с требованиями статей 53 и 89 №123-ФЗ должна быть обеспечена безопасная (своевременная и беспрепятственная) эвакуация людей из здания.

Для обеспечения безопасной эвакуации людей должны быть:

– установлены необходимое количество, размеры и соответствующее конструктивное исполнение эвакуационных путей и эвакуационных выходов;

– обеспечено беспрепятственное движение людей по эвакуационным путям и через эвакуационные выходы;

– организованы оповещение и управление движением людей по эвакуационным путям (в том числе с использованием световых указателей, звукового и речевого оповещения).

Безопасная эвакуация людей из зданий и сооружений при пожаре считается обеспеченной, если интервал времени от момента обнаружения пожара до завершения

процесса эвакуации людей в безопасную зону не превышает необходимого времени эвакуации людей при пожаре.

Под своевременностью понимается необходимость покинуть здание при пожаре до достижения в помещениях и на путях эвакуации предельно допустимых уровней воздействия на людей опасных факторов пожара, определяемое динамикой их распространения при различных вариантах функционирования систем защиты. С учетом вышеизложенного, можно сформулировать условие безопасности по первому предельному состоянию (по своевременности):

$$t_{эв} < t_{нб}, \quad (6)$$

– где $t_{эв}$ – значение времени эвакуации последнего из людей в здании;

– $t_{нб}$ – время достижения предельно допустимых уровней воздействия на людей опасных факторов пожара, определяемое динамикой их распространения.

Беспрепятственность достигается отсутствием на путях эвакуации скоплений людей с высокой плотностью D_{max}, что позволяет сформулировать условие безопасности по второму предельному состоянию (по беспрепятственности эвакуации):

$$D_i < D_{max}, \quad (7)$$

Максимальные плотности на участках движения возникают в случае, если величина подходящего людского потока$P_{i,k}$больше пропускной способности участка $Q_{i+1,k}$. Это означает, что к границе участка i+1 в единицу времени подходит больше людей, чем он может пропустить за это же время:

$$P_{i,k} < Q_{i+1,k}, \quad (8)$$

Естественно, часть людей задерживается на участке i перед границей с участком i+1, образуется скопление людей, в котором плотность потока в чрезвычайной ситуации достигает максимальных значений. Образование скоплений людей является основным признаком нарушения беспрепятственности движения. В чрезвычайной ситуации воздействие людей друг на друга в скоплении и на ограждающие конструкции эвакуационных путей достигает уровней давления, способных к компрессионной асфиксии организма человека со смертельным исходом. **Условия безопасности проверяются расчетом.**

4.5 Эвакуация из мест начального размещения людских потоков

Решив эвакуироваться, человек намечает свой маршрут движения, т.е. ту последовательность участков пути, которую ему предстоит пройти для того, чтобы попасть с места его нахождения в то место, куда он наметил себе прийти за кратчайшее время. При пожаре такими местами являются: помещение, в котором ему будет более безопасно, чем в том, где он находится в данный момент; зона пожарной безопасности, специально созданная в здании и на территории, окружающей здание. В любом случае, человек, выходит на начальный участок эвакуационного пути. Это может быть проход между рабочими местами или оборудованием, проход между рядами зрительных мест, свободное пространство около места нахождения человека, соединяющие его с выходами из помещения. Одновременно с ним на этот участок могут выходить и другие люди. Они выбирают направление движения к тому или иному выходу и тем самым определяют маршрут своего движения, т.е. последовательность участков эвакуационных путей, которые они должны пройти для того, чтобы попасть в безопасное место. Поэтому, намечая свой маршрут эвакуации, человек имеет практически всегда, по крайней мере, два варианта возможной последовательности использования участков эвакуационных путей для достижения эвакуационного выхода и из помещения, и с этажа, и из здания. Наметив свой маршрут движения, человек выходит на участок общего пути, по которому выбрали то же направление движения и другие люди, т.е. на

этом участке формируется людской поток. Можно сказать, что эти участки являются источниками людских потоков.

Такими участками в производственных помещениях являются проходы между стеллажами, оборудованием и т.п., в административных помещениях – общие проходы между мебелью рабочих мест и т.п. Пространство участков формирования людских потоков определяется антропометрическими размерами человека и эргономикой движений человека при осуществлении им основного функционального процесса, для реализации которого предназначено данное помещение. Минимально необходимые габариты участков приводятся в нормалях, справочниках, в учебниках и учебных пособиях по архитектурно-строительному проектированию, эргономике и инженерной психологии.

Выйдя с участков формирования, людские потоки по магистральным (общим) проходам направляются к эвакуационным выходам из помещений. Покинув помещение, человек заканчивает первый этап эвакуации.

Выходя из помещений, люди приступают ко второму этапу эвакуации. Он может происходить по коридору, который из-за своей ширины ограничивает ширину потока, образующегося в нём из слияния людских потоков, выходящих из помещений. Выходя в коридор, человек опять выбирает маршрут своего движения. Если коридор свободен и эвакуационные выходы из него не заблокированы, то человек, вероятнее всего, воспользуется привычным, ежедневно используемым им маршрутом через, как правило, ближайший эвакуационный выход.

Следует учесть тот факт, что плотность людского потока на одном и том же участке коридора может быть различна. Прежде всего, это связано с количеством человек находящихся на начальных участках формирования людских потоков, т.е. в помещениях (проходы между мебелью и т.д.) и их объемно-планировочными решениями.

Длина пути эвакуации по двухмаршевой и трехмаршевой лестницам между этажами согласно приложению №5 Методики-1140, определяется по формулам:

– для двухмаршевых лестниц $L = \frac{L'}{\cos\alpha}$, где L' – горизонтальная проекция длины наклонного пути, м; α – угол наклона к горизонту; не допуская серьезной погрешности, длину пути по двухмаршевой лестнице можно принимать равной его утроенной высоте Н, т. Е. L = 3Н;

– для трехмаршевых лестниц $L = \frac{2L'}{\cos\alpha} + \frac{L''}{\cos\alpha} + L'' + 4b$.

Обозначения, приведенные в формуле, приведены на рисунке ниже.

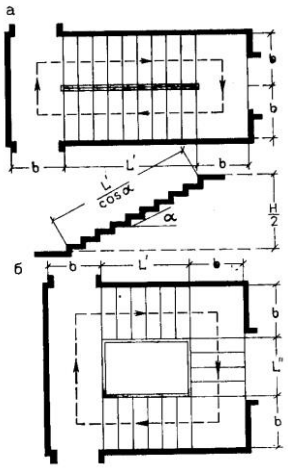


Рисунок 2 – Иллюстрация к определению длины пути движения по двух и трехмаршевой лестницам

Пандусы, если их наклон незначителен (меньше 1:8), можно относить к горизонтальным путям, при более значительных наклонах – к лестницам. Длина наклонного пути также определяется по его оси.

Пути движения в пределах здания обычно пересекаются дверными проемами, декоративными порталами, имеют сужения за счет различных архитектурных или технологических элементов, выступающих из плоскости ограждений. Такие местные сужения независимо от их характера в дальнейшем называются проемами шириной b. Длина пути L в проеме может не учитываться, если она не превышает 0,7 м, т.е. длины одного шага, в противном случае движение в проеме следует рассматривать как движение на самостоятельном расчетном участке 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).

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

а) б)

Рисунок 3 – Площадь горизонтальной проекции человека:

а) расчетная; б) действительная

Размеры людей изменяются в зависимости от физических данных, возраста и одежды. Ниже приводятся усредненные размеры людей разного возраста, в различной одежде и с различным грузом. При этом приведены значения площади горизонтальной проекции инвалидов с нарушением опорно-двигательного аппарата.

Площадь горизонтальной проекции людей f,м$^{2/}$чел., в зависимости от их мобильности, возраста и одежды следует принимать в соответствии с приведенными ниже данными:

0,03 м^2/чел. -для детей дошкольного возраста (дошкольников);

0,06 м^2/чел. -для детей и подростков школьного возраста (школьников);

0,100 м^2/чел. - для людей молодого и среднего возраста (М0) в летней одежде без дополнительных опор;

0,15 м^2/чел. - для детей с ограниченными возможностями; для беременных женщин;

0,125 м^2/чел. - для людей молодого и среднего возраста (М0) в зимней одежде без дополнительных опор, глухих и слабослышащих людей молодого и среднего возраста (М1);

0,200 м^2/чел. - для людей молодого и среднего возраста (М3) с одной дополнительной опорой; для пожилых немощных людей (М2) без дополнительных опор и с одной дополнительной опорой (в том числе глухих и слабослышащих);

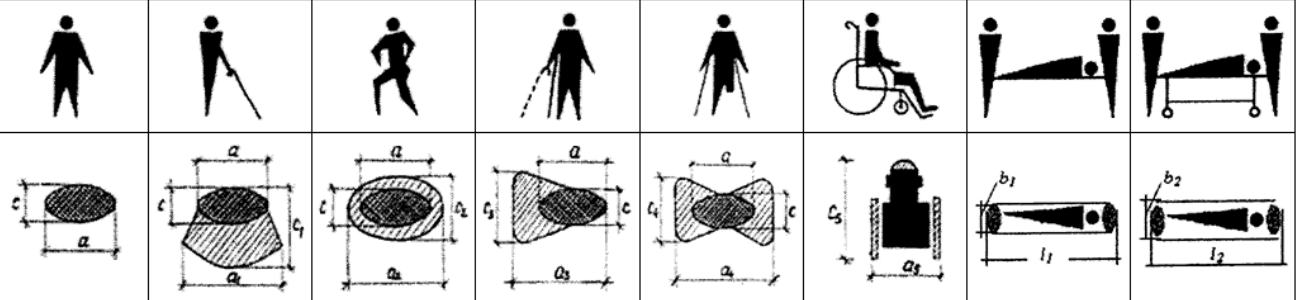
0,300 м^2/чел. - для людей молодого и среднего возраста (М3) с двумя дополнительными опорами;

0,4 м^2/чел. - для слепых и слабовидящих людей с тростью (М2);

0,96 м^2/чел. - для инвалидов, передвигающихся на креслах-колясках.

Площадь горизонтальной проекции людей с ограниченной мобильностью, м^2/чел. указаны в таблице ниже.

Таблица 9

Здоровые люди, слабослышащие, с ограничением умственной деятельности	Слепые	С поражением опорно-двигательного аппарата					
		передвигающиеся без дополнительных опор	передвигающиеся с одной дополнительной опорой	передвигающиеся с двумя дополнительными опорами	передвигающиеся на креслах-колясках	транспортируемые на носилках	транспортируемые на каталках
1	2	3	4	5	6	7	8
							
$a = 0,28$	$a_1 = 0,72$	$a_2 = 0,40$	$a_3 = 0,50$	$a_4 = 0,50$	$a_5 = 0,80$	$b_1 = 0,50$	$b_2 = 0,75$
$c = 0,46$	$c_1 = 0,82$	$c_2 = 0,75$	$c_3 = 0,65$	$c_4 = 0,90$	$c_5 = 1,20$	$l_1 = 2,10$	$l_2 = 2,10$
$f = 0,10$	$f = 0,40$	$f = 0,25$	$f = 0,20$	$f = 0,30$	$f = 0,96$	$f = 1,05$	$f = 1,58$

4.6 Составление расчетных схем и определение расчетного времени эвакуации людей

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

Блокируя выходы из помещений, пользовались требованиями пп. 4.2.16, 4.2.17 СП 1.13130.2020 «При наличии двух эвакуационных выходов и более общая пропускная способность всех выходов, кроме каждого одного из них, должна обеспечить безопасную эвакуацию всех людей, находящихся в помещении, на этаже или в здании».

В расчетных схемах учитывались только те пути движения людей, которые отвечают требованиям, предъявляемым к путям эвакуации, согласно ст. 89 №123-ФЗ.

Количество людей в помещениях и на этажах Объекта определяется в соответствии с нормативными документами по пожарной безопасности и на основании данных, представленных заказчиком.

4.7 Расчет вероятной эвакуации людей

Вероятность эвакуации по эвакуационным путям $P_{Э.i,j}$ рассчитывают по формуле (9):

$$P_{э,i,j} = \begin{cases} 0{,}999 \cdot \frac{0{,}8 \cdot t_{бл,i} - t_{р,i,j}}{t_{нэ,i,j}}, \text{если } t_{р,i,j} < 0{,}8 \cdot t_{бл,i} < t_{нэ,i,j} + t_{р,i,j} \text{ и } t_{ск,i,j} \leq 6 \text{ мин} \\ 0{,}999, \text{если } t_{нэ,i,j} + t_{р,i,j} \leq 0{,}8 \cdot t_{бл,i} \text{ и } t_{ск,i,j} \leq 6 \text{ мин} \\ 0{,}000, \text{если } t_{р,i,j} \geq 0{,}8 \cdot t_{бл,i} \text{ или } t_{ск,i,j} > 6 \text{ мин} \end{cases} \quad (9)$$

– где $t_{бл,i}$ - время от начала пожара до блокирования эвакуационных путей в результате распространения на них ОФП, имеющих предельно допустимые для людей значения (время блокирования путей эвакуации), при реализации i-го сценария пожара, мин;

– $t_{нэ,i,j}$ - время начала эвакуации j-й группы эвакуируемого контингента (интервал времени от возникновения пожара до начала эвакуации людей) при реализации i-го сценария пожара, мин. Определяется в соответствии с приложением № 4 к Методике-1140.

– $t_{р,i,j}$ - расчетное время эвакуации людей j-й группы эвакуируемого контингента при реализации i-го сценария пожара, мин. Определяется в соответствии с приложением №5 к Методике-1140.

– $t_{ск,i,j}$ - время существования скоплений людей на участках пути (плотность людского потока на путях эвакуации превышает значение 0,5 м^2/м^2) при определении вероятности эвакуации j-й группы эвакуируемого контингента при реализации i-го сценария пожара, мин.

Вероятность эвакуации рассчитывается для каждой из рассматриваемых групп людей.

Время блокирования путей эвакуации $t_{бл}$ вычисляется путем расчета времени достижения ОФП предельно допустимых значений на эвакуационных путях в различные моменты времени.

Значение времени начала эвакуации для помещения очага пожара определяется по формуле (10):

$$t_{нэ} = 5 + 0{,}01 \cdot F \quad (10)$$

– где F – площадь помещения (м^2).

В случае если время начала эвакуации, рассчитанное по указанной формуле (10), превышает время начала эвакуации, определенное в соответствии с формулой (11) или таблицей П4.1 приложения №4 Методики-1140, время начала эвакуации из помещения очага пожара следует определять по формуле (11) или таблице П4.1.

Время начала эвакуации для зданий, оборудованных системой пожарной сигнализации (или автоматическими установками пожаротушения, выполняющими функцию системы пожарной сигнализации) и системой оповещения и управления эвакуацией при пожаре, определяется по формуле (11):

$$t_{н.э.} = t_{пор} + t_{инерц}^{обн} + t_{задерж}^{СОУЭ} + t_{предв} \text{ , } (11)$$

где $t_{пор}$ - время достижения порогового значения срабатывания пожарного извещателя, с;

$t_{инерц}^{обн}$ - время задержки, связанное с инерционностью системы обнаружения пожара, с;

$t_{задерж}^{СОУЭ}$ - время задержки, связанное с задержкой оповещения людей при пожаре, с.

Принимается равным нулю при одновременном оповещении людей в здании или определяется алгоритмом оповещения при поэтапном оповещении;

$t_{предв}$ - время проведения предварительных действий, предшествующих началу эвакуации. Принимается равным:

- 60 с - для зданий класса функциональной пожарной опасности Ф1;
- 30 с - для других зданий.

Согласно приложению №11 Методики-1140, время достижения порогового значения параметром, воздействующим на пожарный извещатель, определяется как

время появления на высоте размещения пожарных извещателей области с эффективным диаметром, превышающим максимальное определенное нормативными документами расстояние между пожарными извещателями, в каждой точке которой значение воздействующего параметра превышает пороговое.

4.8 Расчет величины индивидуального пожарного риска

Индивидуальный пожарный риск отвечает требуемому, если:

$$R \leq R_{\text{норм}}, \quad (12)$$

где $R_{\text{норм}}$ – нормативное значение индивидуального пожарного риска, $R_{\text{норм}} \leq 10^{-6} год^{-1}$;

R – расчетная величина индивидуального пожарного риска.

Расчетная величина пожарного риска в здании, сооружении или пожарном отсеке определяется как максимальное значение пожарного риска из рассмотренных сценариев пожара:

$$\mathrm{R} = \max\{\mathrm{Ri} \ldots \mathrm{Rj} \ldots \mathrm{Rk}\}, \quad (13)$$

где Ri – расчетная величина пожарного риска для i-го сценария пожара,

k – количество рассмотренных сценариев пожара.

Расчетная величина индивидуального пожарного риска для j-й группы эвакуируемого контингента при реализации i-го сценария пожара рассчитывается по формуле (14):

$$\mathrm{Ri,j} = \mathrm{Qп,i} \cdot (1 - \mathrm{Kап,i}) \cdot \mathrm{Pпр,i} \cdot (1 - \mathrm{Pэ,i,j}) \cdot (1 - \mathrm{Kп.з,i}), \quad (14)$$

где $Q_{п,i}$ – частота возникновения пожара в здании в течение года определяется на основании статистических данных, приведенных в приложении №1 Методике-1140. При отсутствии статистической информации допускается принимать $Q_п = 4 \cdot 10^{-2}$ для каждого здания;

$K_{ап,i}$ – коэффициент, учитывающий соответствие установок автоматического пожаротушения (далее – АУП) требованиям нормативных документов по пожарной безопасности. Значение параметра $K_{ап,i}$ принимается равным $K_{ап,i}$ = 0,9, если выполняется хотя бы одно из следующих условий:

- здание оборудовано системой АУП, соответствующей требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;
- оборудование здания системой АУП не требуется в соответствии с требованиями нормативных документов по пожарной безопасности.
- эффективность системы подтверждена в соответствии с условием соответствия здания требованиям пожарной безопасности, предусмотренным пунктом 5 части 1 статьи 6 Федерального закона № 123-ФЗ.

В остальных случаях Kап,i принимается равной нулю;

$P_{пр,i}$ – вероятность присутствия эвакуируемого контингента в здании (рассматриваемой части здания), определяемая из соотношения

$$P_{пр,i} = t_{пр,i} / 24, \quad (15)$$

где $t_{пр,i}$ – время присутствия эвакуируемого контингента в части здания, рассматриваемой в i-м сценарии пожара в часах в течение суток;

$P_{э,i,j}$ – вероятность эвакуации людей j-й группы эвакуируемого контингента в общем потоке эвакуирующихся при реализации i-го сценария пожара;

$K_{п.з,i}$ –коэффициент, учитывающий соответствие системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности.

Коэффициент, учитывающий соответствие системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности, $К_{п.з}$ рассчитывается по формуле (16):

$$К_{п.з.,I} = 1 - (1 - К_{обн,I} \cdot К_{СОУЭ,i}) \cdot (1 - К_{обн,i} \cdot К_{пдз,i}), \quad (16)$$

– где $K_{обн.I}$ – коэффициент, учитывающий соответствие системы пожарной сигнализации требованиям нормативных документов по пожарной безопасности. Значение параметра $K_{обн,I}$ принимается равным $K_{обн,i} = 0{,}8$, если выполняется хотя бы одно из следующих условий:

- здание оборудовано системой пожарной сигнализации, соответствующей требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;
- оборудование здания системой пожарной сигнализации не требуется в соответствии с требованиями нормативных документов по пожарной безопасности;
- эффективность системы подтверждена в соответствии с условием соответствия здания требованиям пожарной безопасности, предусмотренным пунктом 5 части 1 статьи 6 Федерального закона № 123-ФЗ.

В остальных случаях $K_{обн,i}$ принимается равной нулю;

$K_{соуэ,I}$ – коэффициент, учитывающий соответствие системы оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности.

Значение параметра $K_{СОУЭ,I}$ принимается равным $K_{СОУЭ,i} = 0{,}8$, если выполняется хотя бы одно из следующих условий:

- здание оборудовано системой оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре, соответствующей требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;
- оборудование здания системой оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре не требуется в соответствии с требованиями нормативных документов по пожарной безопасности;
- эффективность системы подтверждена в соответствии с условием соответствия здания требованиям пожарной безопасности, предусмотренным пунктом 5 части 1 статьи 6 Федерального закона № 123-ФЗ.

В остальных случаях $K_{соуэ,I}$ принимается равной нулю.

$K_{пдз,i}$ – коэффициент, учитывающий соответствие системы противодымной защиты, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности.

Значение параметра $K_{пдз,I}$ принимается равным $K_{пдз,i} = 0{,}8$, если выполняется хотя бы одно из следующих условий:

- здание оборудовано системой противодымной защиты, соответствующей требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;
- оборудование здания системой противодымной защиты не требуется в соответствии с требованиями нормативных документов по пожарной безопасности;
- эффективность системы подтверждена в соответствии с условием соответствия здания требованиям пожарной безопасности, предусмотренным пунктом 5 части 1 статьи 6 Федерального закона № 123-ФЗ.

В остальных случаях $K_{плз,I}$ принимается равной нулю.

При применении в качестве дополнительного противопожарного мероприятия устройства на путях эвакуации противопожарных дверей, калиток в противопожарных воротах, открываемых в процессе эвакуации, следует выполнить расчеты значения пожарного риска для двух случаев, соответствующих открытому и закрытому положению двери и рассчитать итоговое значение индивидуального пожарного риска для i-го сценария пожара по формуле (17):

$$R_i = P_{\text{п.д}}^{\text{откр}} R_i^{\text{откр}} + P_{\text{п.д}}^{\text{закр}} R_i^{\text{закр}}, \quad (17)$$

где $P_{п.д}^{откр}$= 0,3 - вероятность нахождения противопожарной двери в открытом положении. При этом противопожарная дверь принимается открытой на всю ширину;

– где $P_{п.д}^{закр}$= 0,7 - вероятность нахождения противопожарной двери в закрытом положении (противопожарная дверь принимается плотно закрытой и опасные факторы пожара через нее не распространяются).

При наличии на путях эвакуации нескольких последовательно расположенных противопожарных дверей строится дерево событий с целью учета различных сочетаний положения противопожарных дверей. При этом формула (17) корректируется соответствующим образом. При наличии трех и более последовательно расположенных противопожарных дверей при расчете допускается учитывать только первые две двери.

4.9 Определение частоты реализации пожароопасных ситуаций

Частота реализации пожароопасных ситуаций определяется частотой возникновения пожара в здании в течение года. Частота возникновения пожара определяется на основании статистических данных, приведенных в приказе МЧС России от 14 ноября 2022 г. №1140 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках различных классов функциональной пожарной опасности».

Частота реализации пожароопасных ситуаций принимаем равной:

– для помещений жилого многоквартирного дома – $2{,}6 \cdot 10^{-2}$.

5 Значения расчетных величин пожарного риска для объекта защиты

5.1 Сценарий №1 (Жилье. Секция 1)

5.1.1 Расчет времени блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара (сценарий №1)

Пожар происходит в жилом помещении на 2-м этаже секции 1. ОФП распространяются по помещению и за его пределы, создает угрозу блокирования ближайшего эвакуационного выхода, ведущего на лестничную клетку.

При расчете опасных факторов пожара учитывалась работа систем противодымной вентиляции:

– расход противодымной вентиляции составляет 21740 м^3/час (ДУ3);

– расход приточной вентиляции составляет 8600 м^3/час (ПД23).

Дверь помещения очага пожара, а также двери на путях эвакуации принимались открытыми. Двери в смежные помещения принимались закрытыми. Размер ячейки области расчета, используемой в сценарии равен 0,25 м. Высота этажа пожара (от пола до потолка) и помещения очага пожара равна 2,70 м.

Параметры окружающей среды:

– температура: 38 °С

– давление: 99700 Па (748 мм рт. Ст.)

– относительная влажность: 73 %

– температура в помещениях: 20 °С

Компьютерная модель с нанесённым на неё источником зажигания и расчётными точками представлена на рисунках:

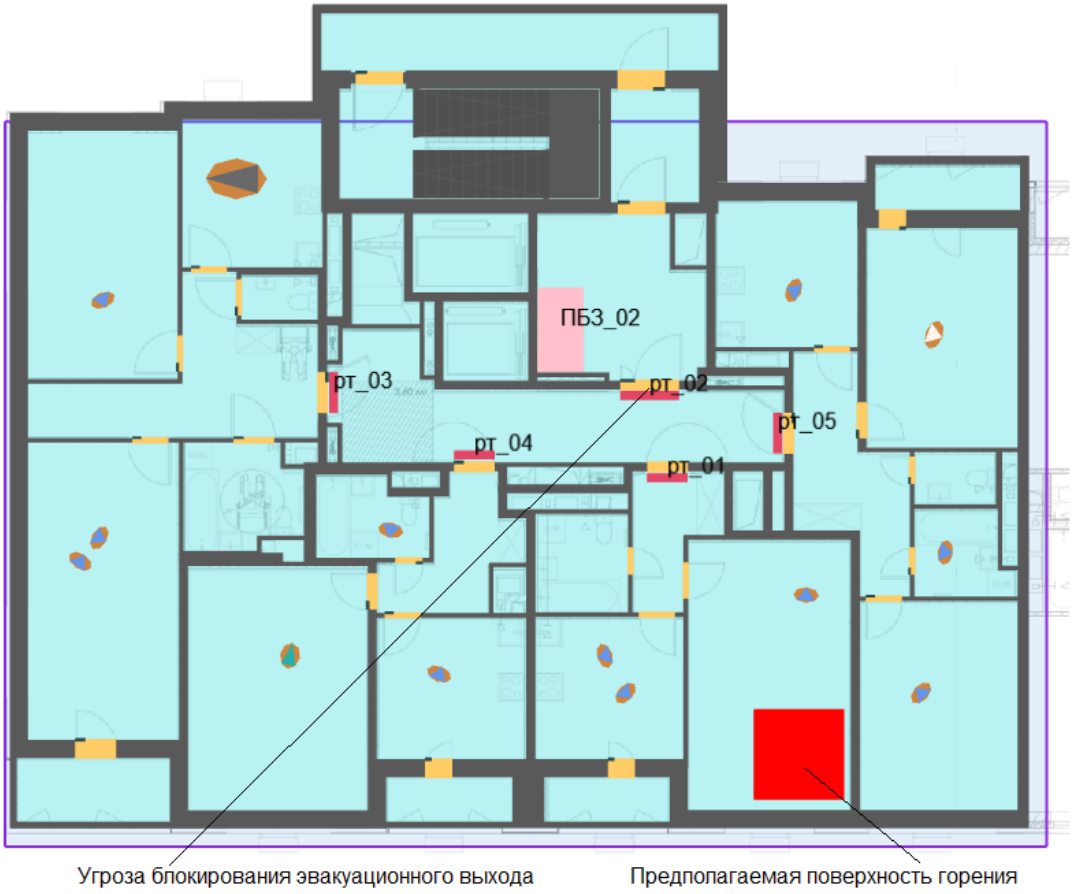


Рисунок 4 – Компьютерная модель 2-го этажа с предполагаемой поверхностью горения и нанесенными расчётными точками

Рисунок 5 – Компьютерная 3D модель 2-го этажа с предполагаемой поверхностью горения и нанесенными расчётными точками (плотность дыма на момент полной эвакуации людей с этажа пожара – 2 мин.57 сек.)

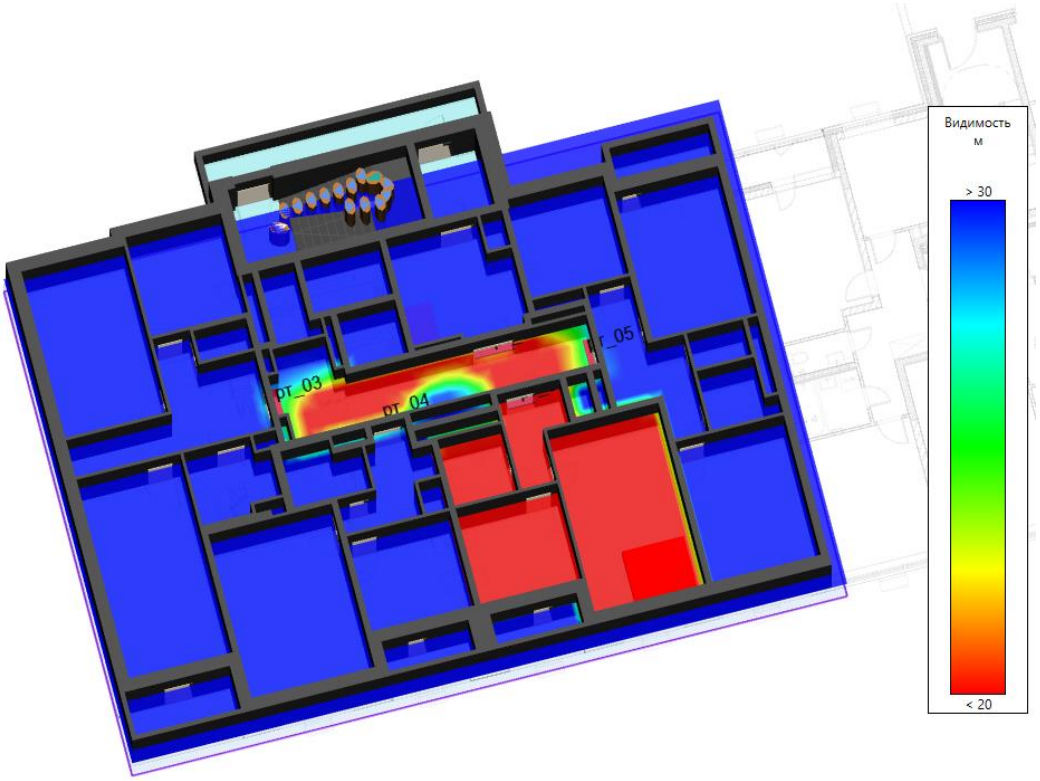


Рисунок 6 – Компьютерная 3D модель 2-го этажа с предполагаемой поверхностью горения и нанесенными расчётными точками (плотность дыма на момент наступления ОФП до рт_03 – 5 мин.47 сек.)

$R_n = V_л \cdot t_{св}$- расстояние (радиус), на которое распространится фронт за $t_{св}$.

При круговом распространении пламени $S = \pi \cdot r^2$.

При прямоугольном распространении пламени $S = a \cdot b$.

Исходя из максимального времени эвакуации с этажа пожара 2,95 мин, принимаем время свободного горения с учетом коэффициента запаса 3,68 мин.

$$R_n = 0{,}0045 \frac{м}{с} \cdot 176{,}8\ сек. \cdot 1{,}25 = 0{,}99 м$$

$$S = 3{,}14 \cdot 0{,}99^2 = 3{,}07 м^2$$

Параметры горючей нагрузки (Жилые помещения гостиниц, общежитий и т.д.), использовавшейся при моделировании представлены в таблице ниже.

Таблица 10

Параметр	Единица измерения	Значение
Низшая теплота сгорания	кДж/кг	13800
Линейная скорость распространения пламени	м/с	0,0045
Удельная массовая скорость выгорания	кг/(м² · с)	0,0145
Коэффициент полноты сгорания	—	0,93
Удельная мощность	кВт/м²	186,093
Дымообразующая способность	Нп · м²/кг	270
Потребление кислорода (O_2)	кг/кг	1,03
Выделение углекислого газа (CO_2)	кг/кг	0,203
Выделение угарного газа (CO)	кг/кг	0,0022
Выделение хлористого водорода (HCl)	кг/кг	0,014

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

Таблица 11

Расположение	Наименование	Время блокирования по каждому ОФП, с						
		Температура	Видимость	O_2	CO_2	CO	HCl	Тепловой поток
Этаж 2								
Помещение 14	рт_02	>600	297,6	>600	>600	>600	593,4	>600
	рт_03	>600	347,4	>600	>600	>600	>600	>600
	рт_04	>600	349,8	>600	>600	>600	>600	>600
	рт_05	>600	311,5	>600	>600	>600	>600	>600
Помещение 9	рт_01	151,9	72,6	264	>600	>600	97,9	482,4

Ниже представлены графики изменения опасных факторов пожара для регистраторов:

рт_01

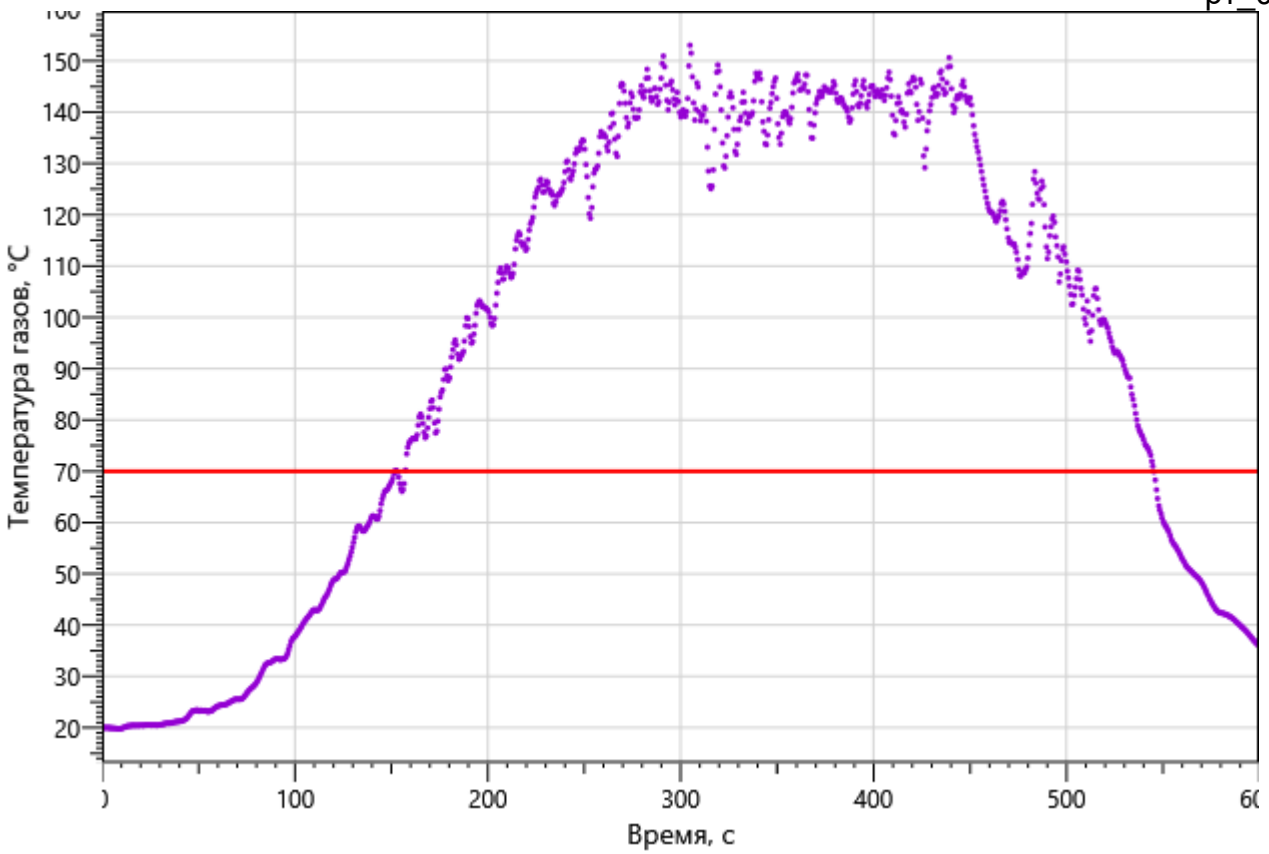


Рисунок 7 – Зависимость температуры от длительности пожара

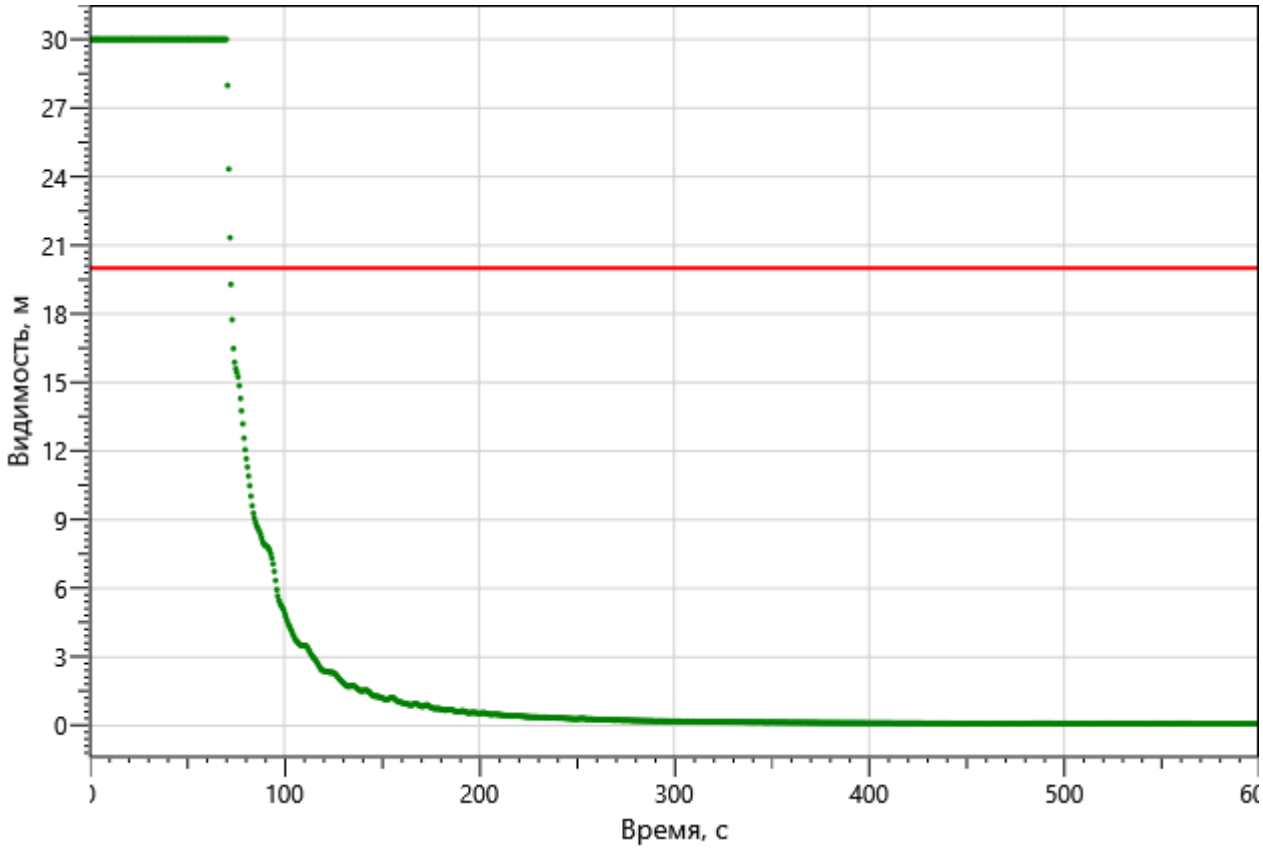


Рисунок 8 – Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

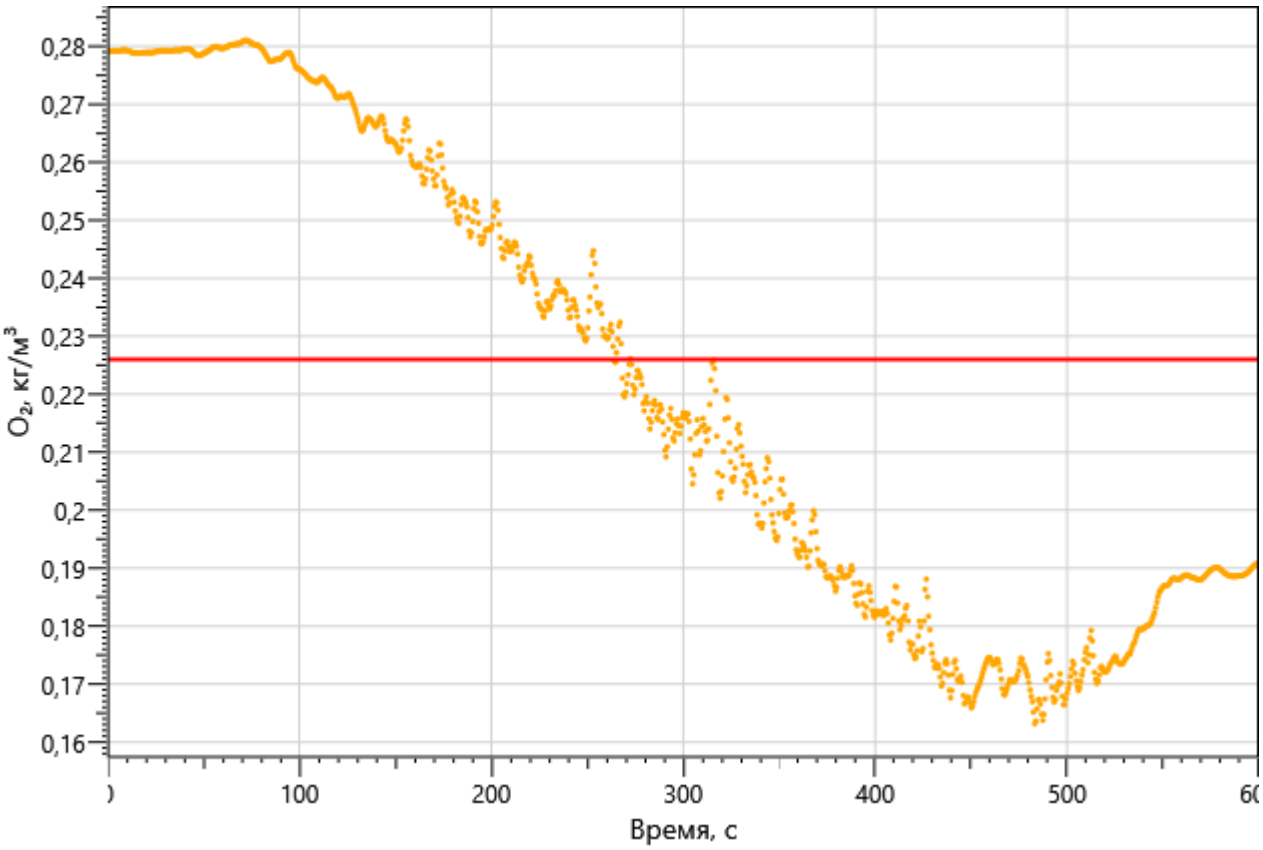


Рисунок 9 – Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

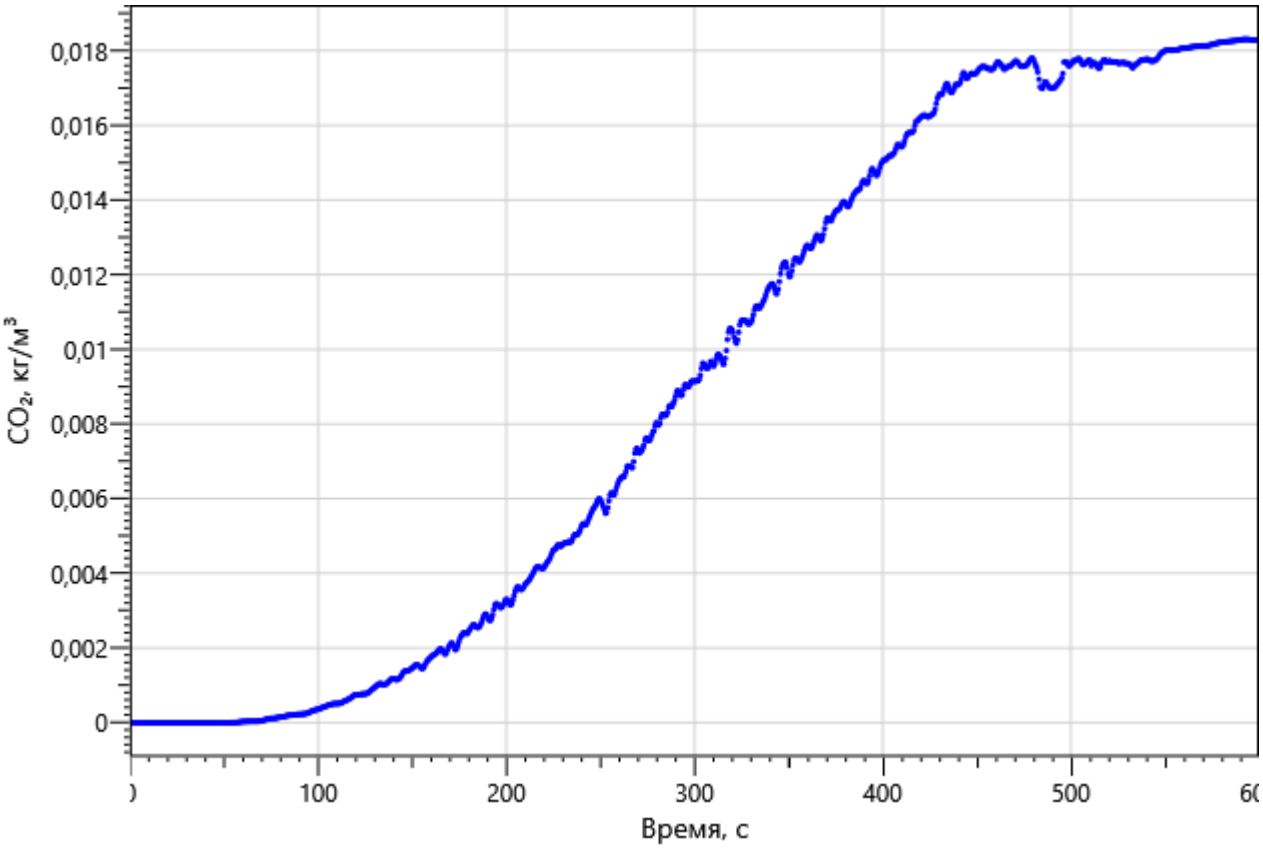


Рисунок 10 – Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

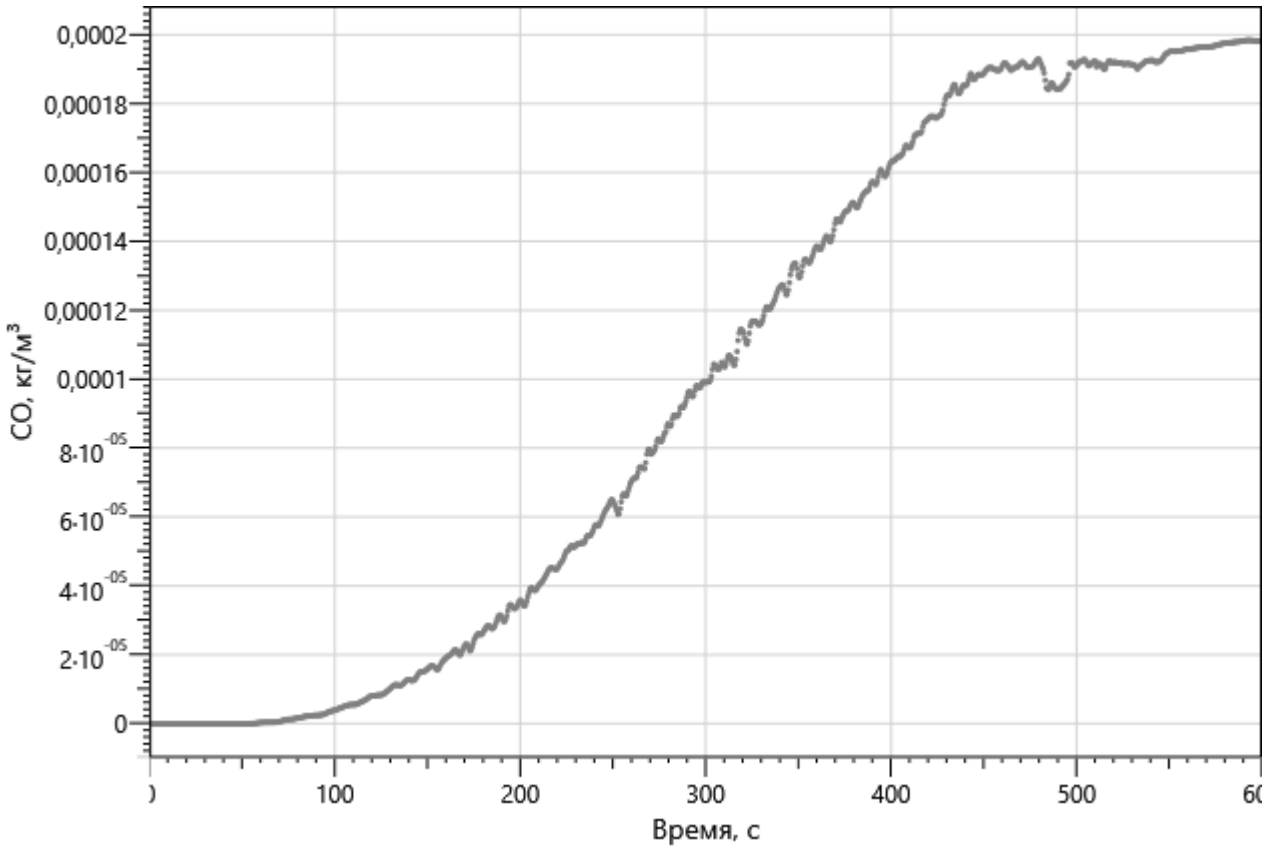


Рисунок 11 – Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

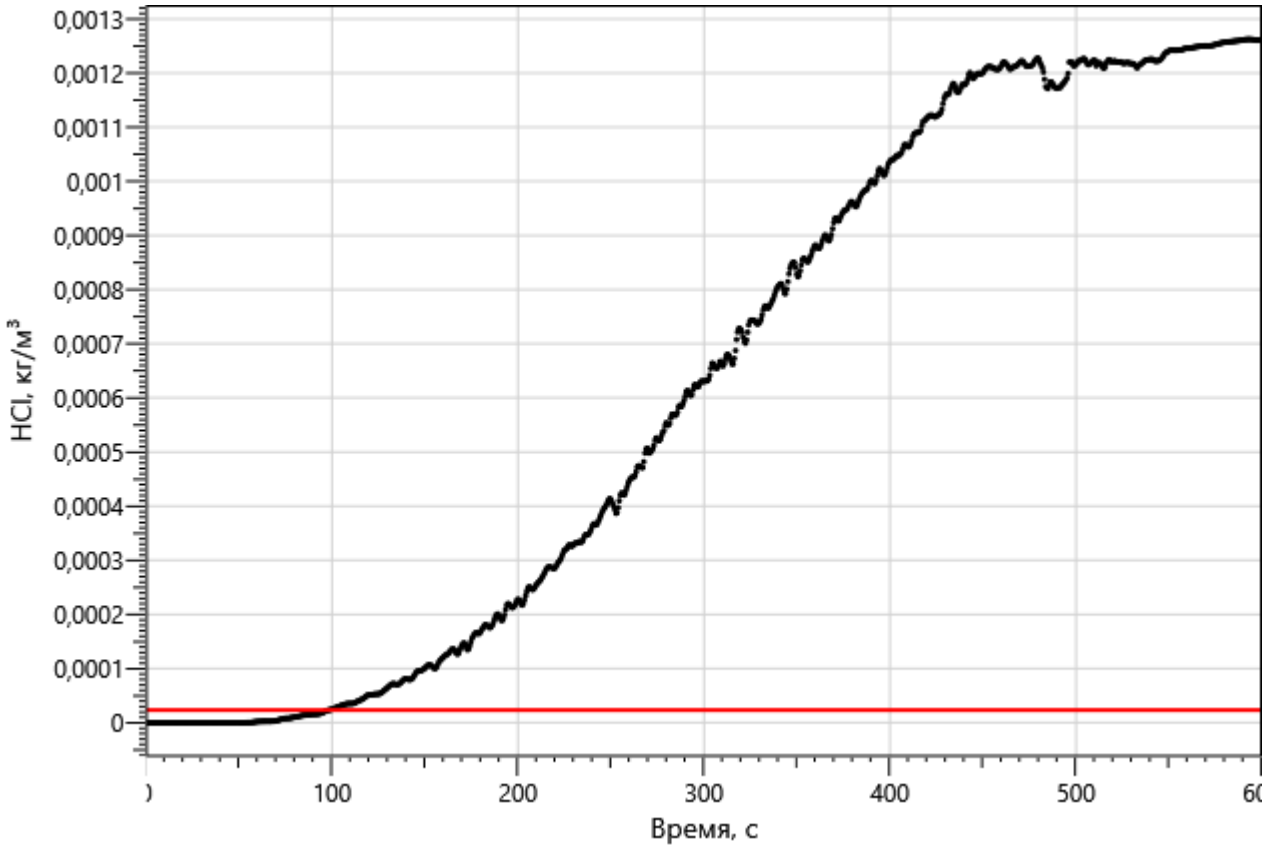


Рисунок 12 – Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

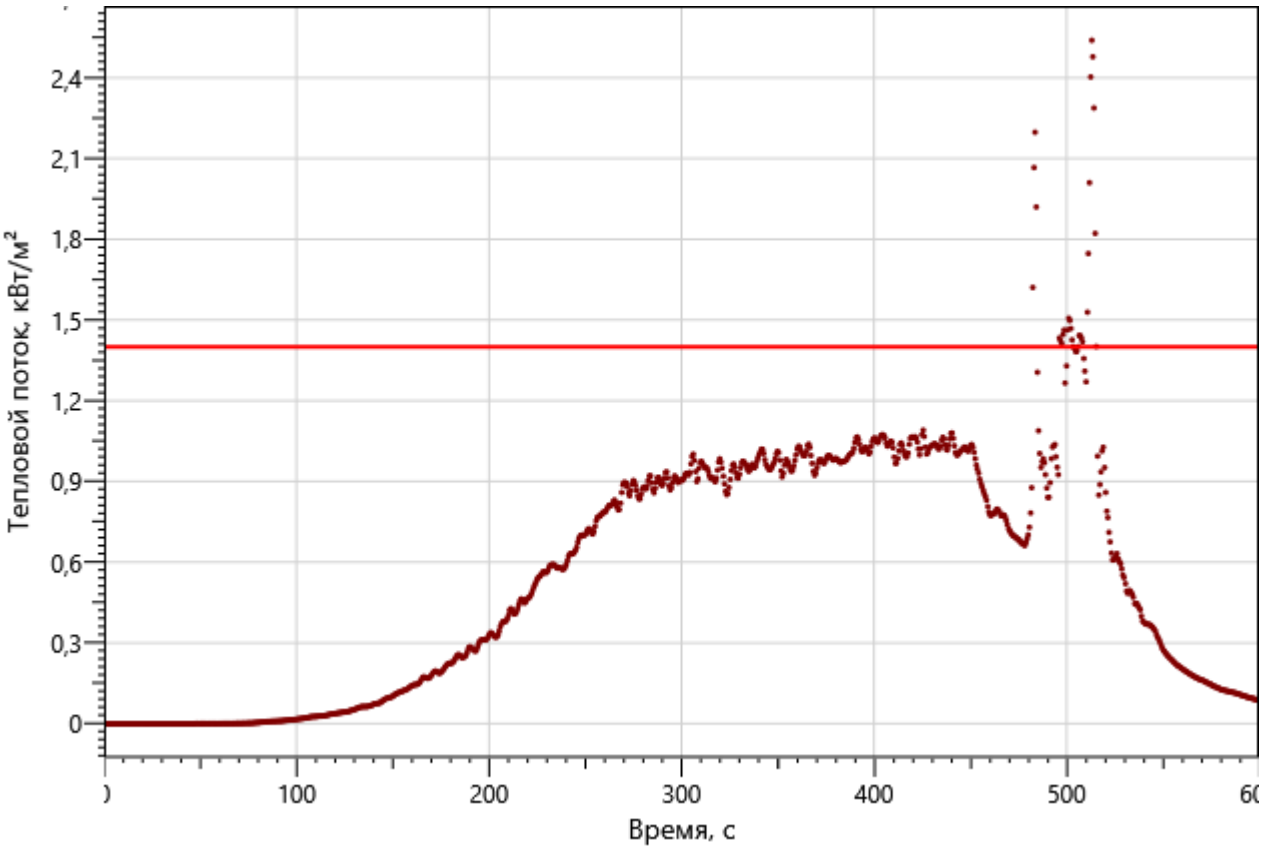


Рисунок 13 – Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

рт_02

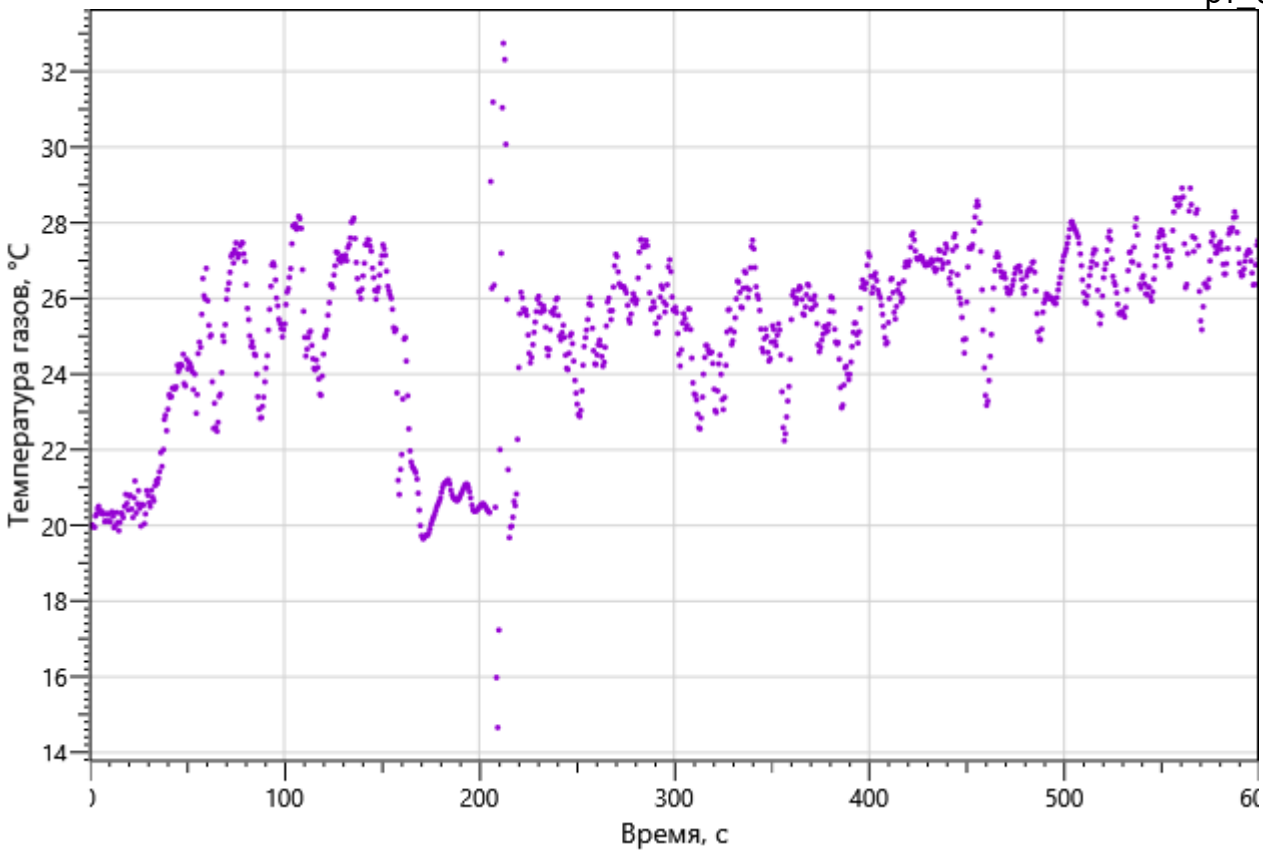


Рисунок 14 – Зависимость температуры от длительности пожара

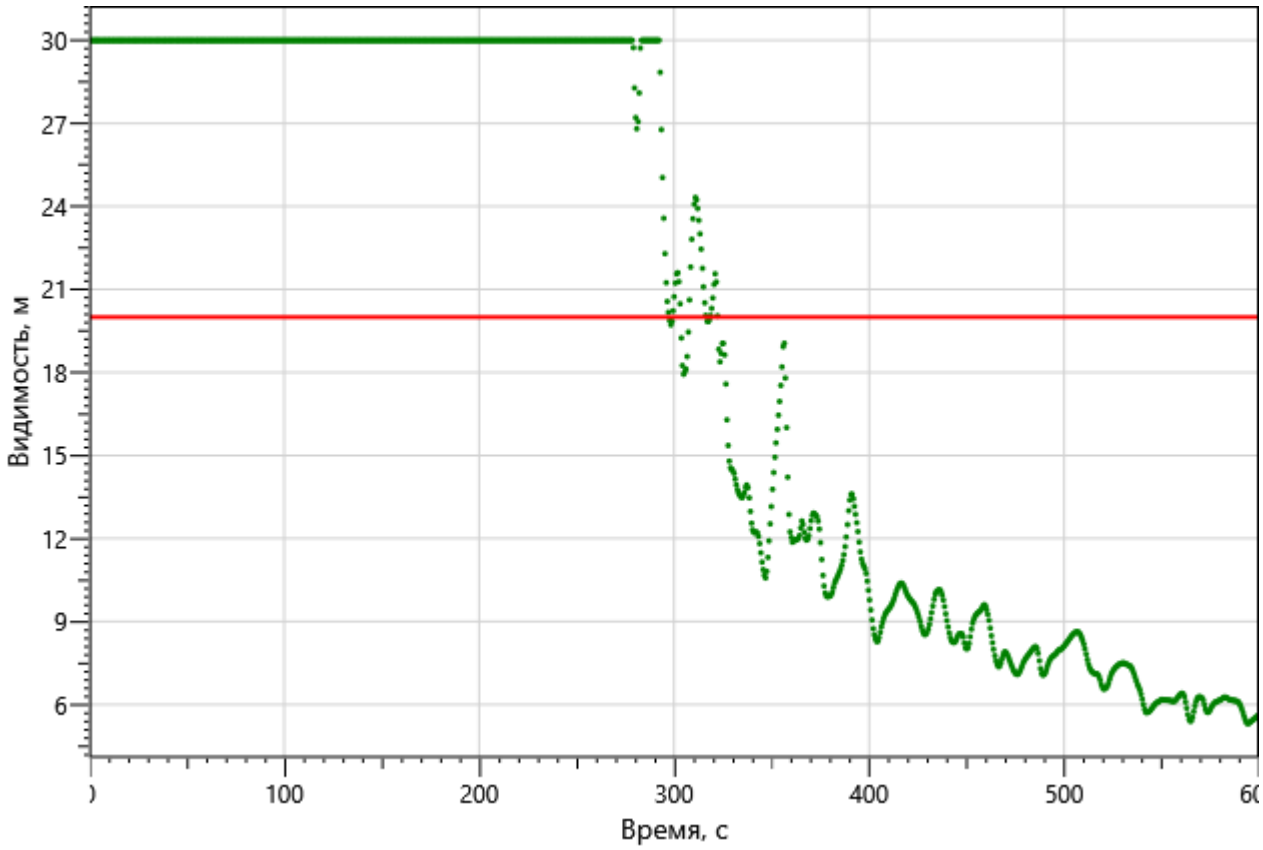


Рисунок 15 – Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

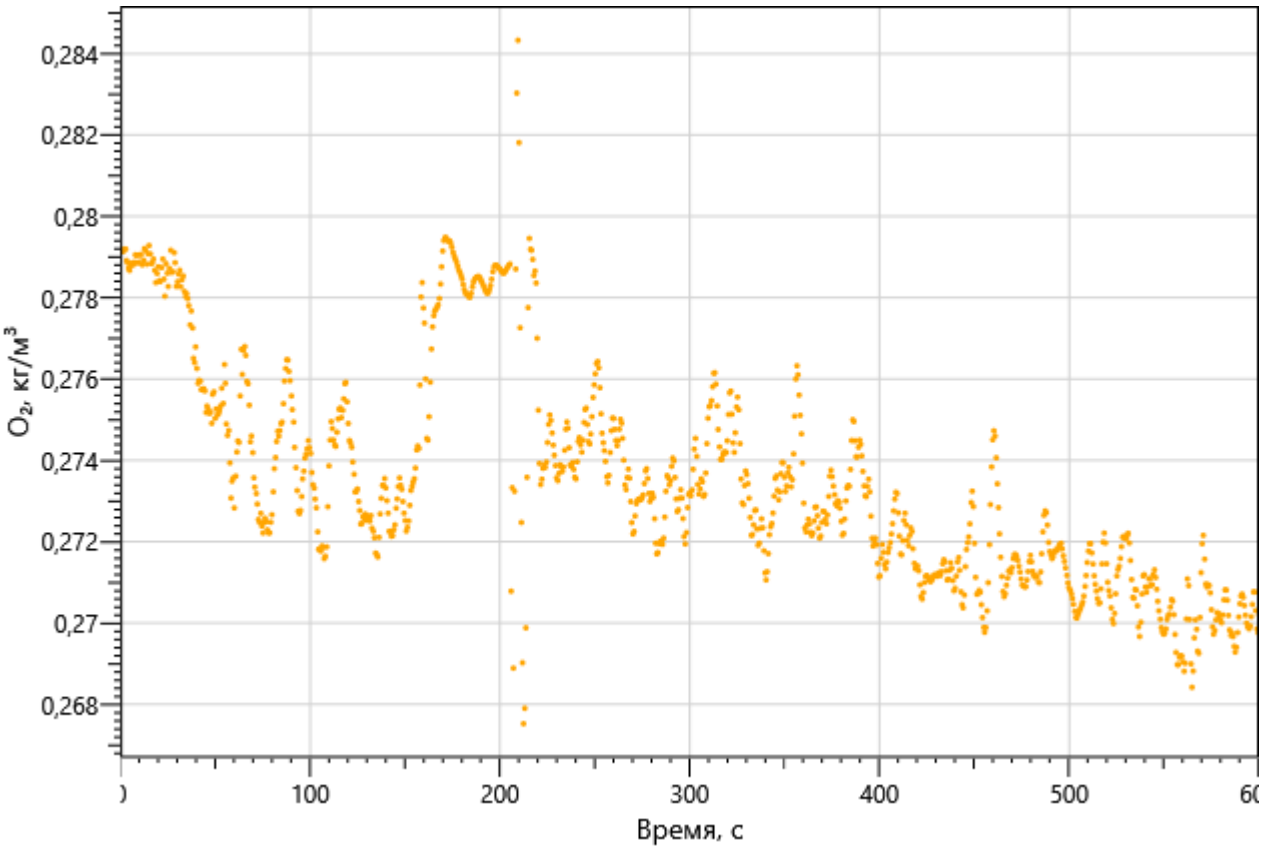


Рисунок 16 – Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

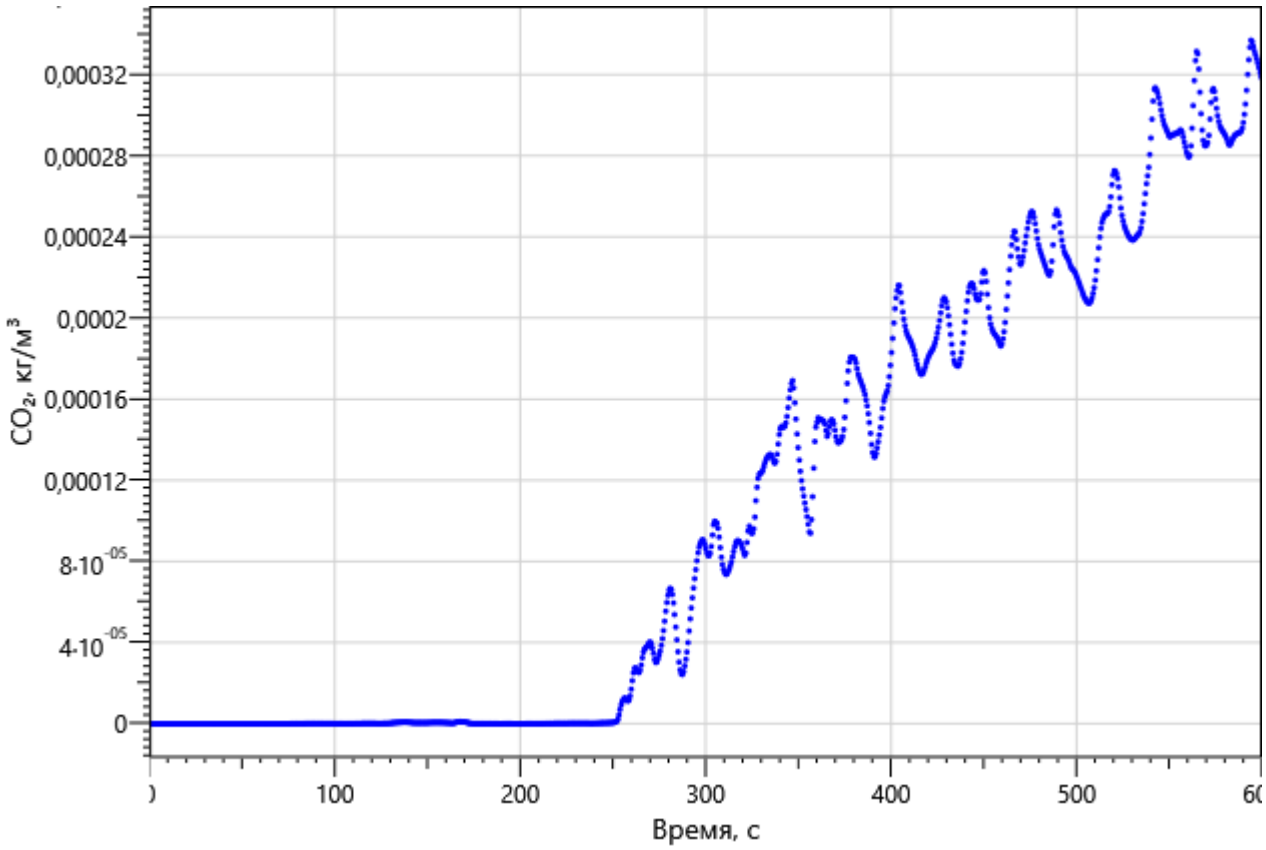


Рисунок 17 – Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

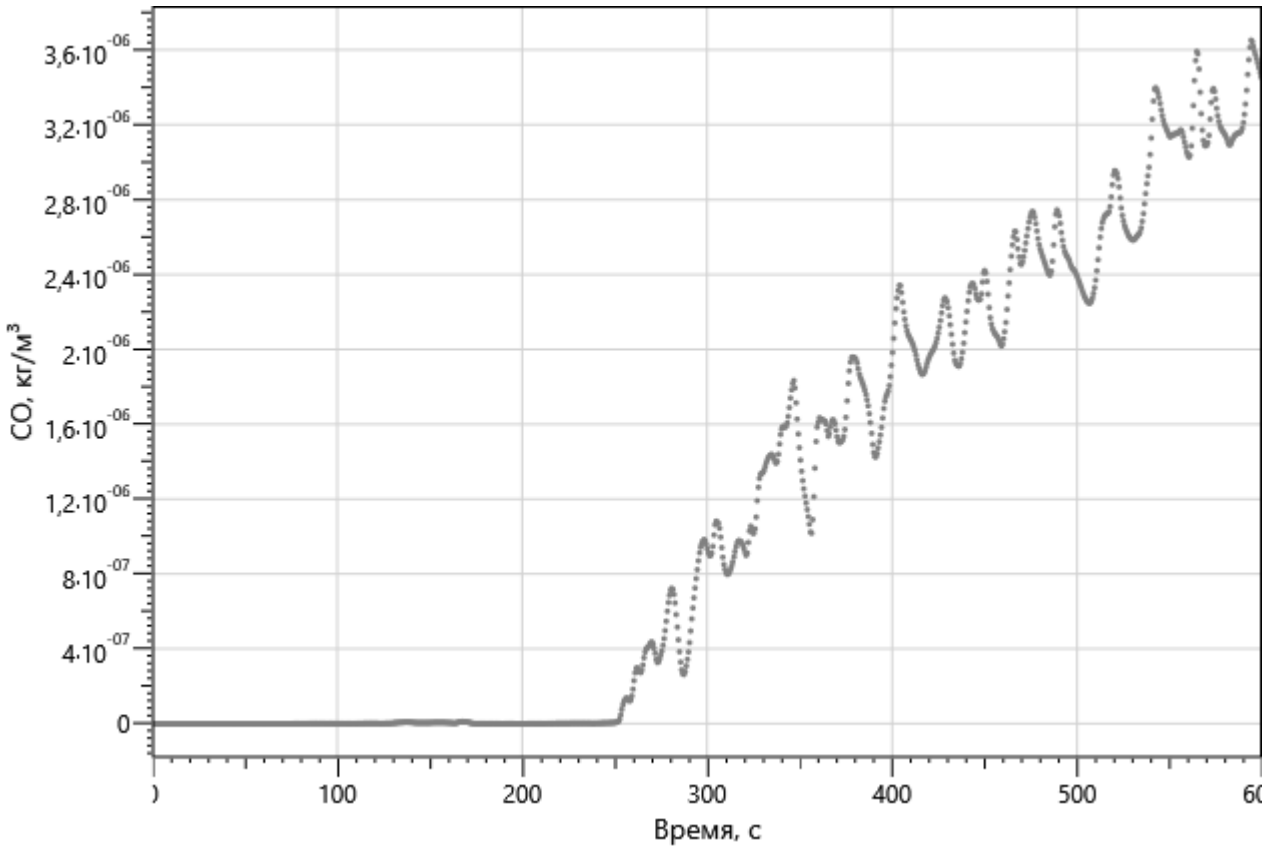


Рисунок 18 – Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

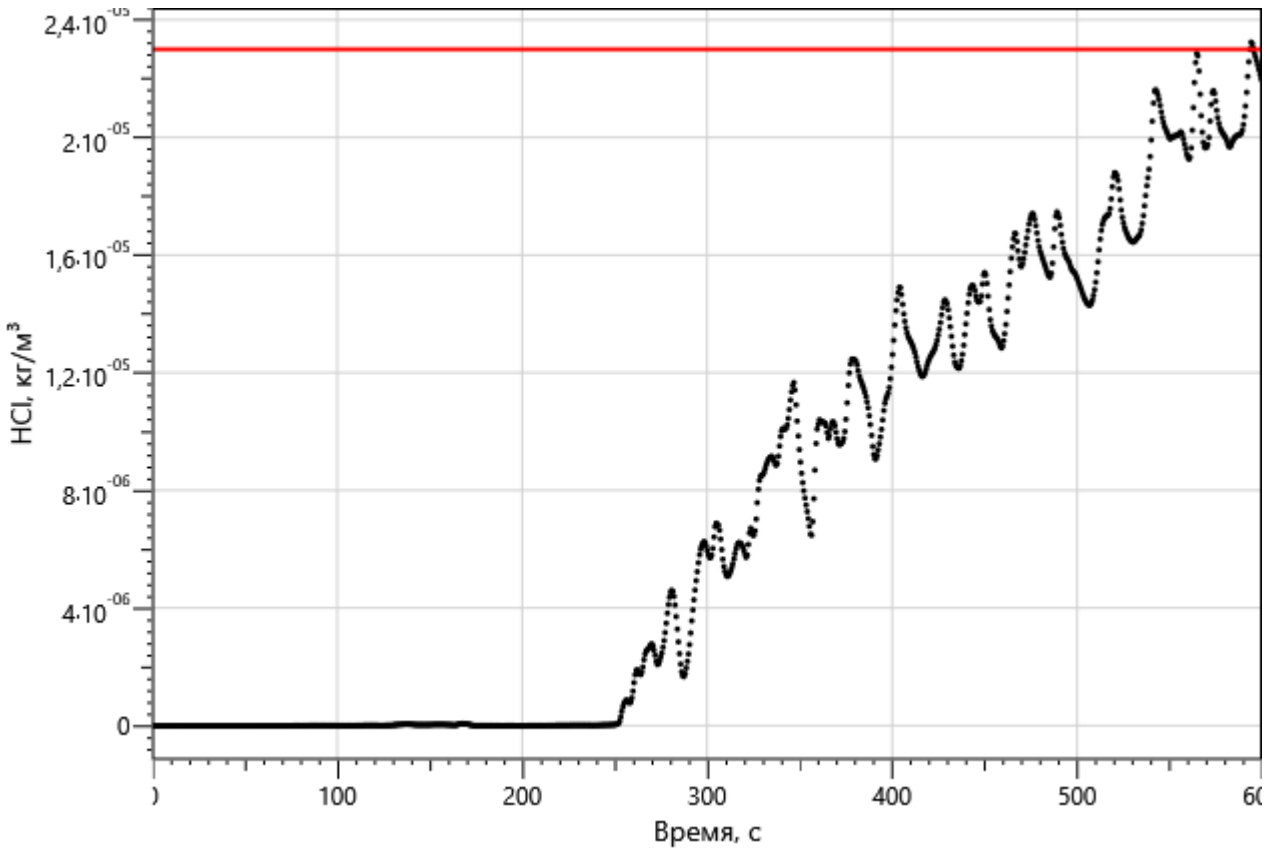


Рисунок 19 – Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

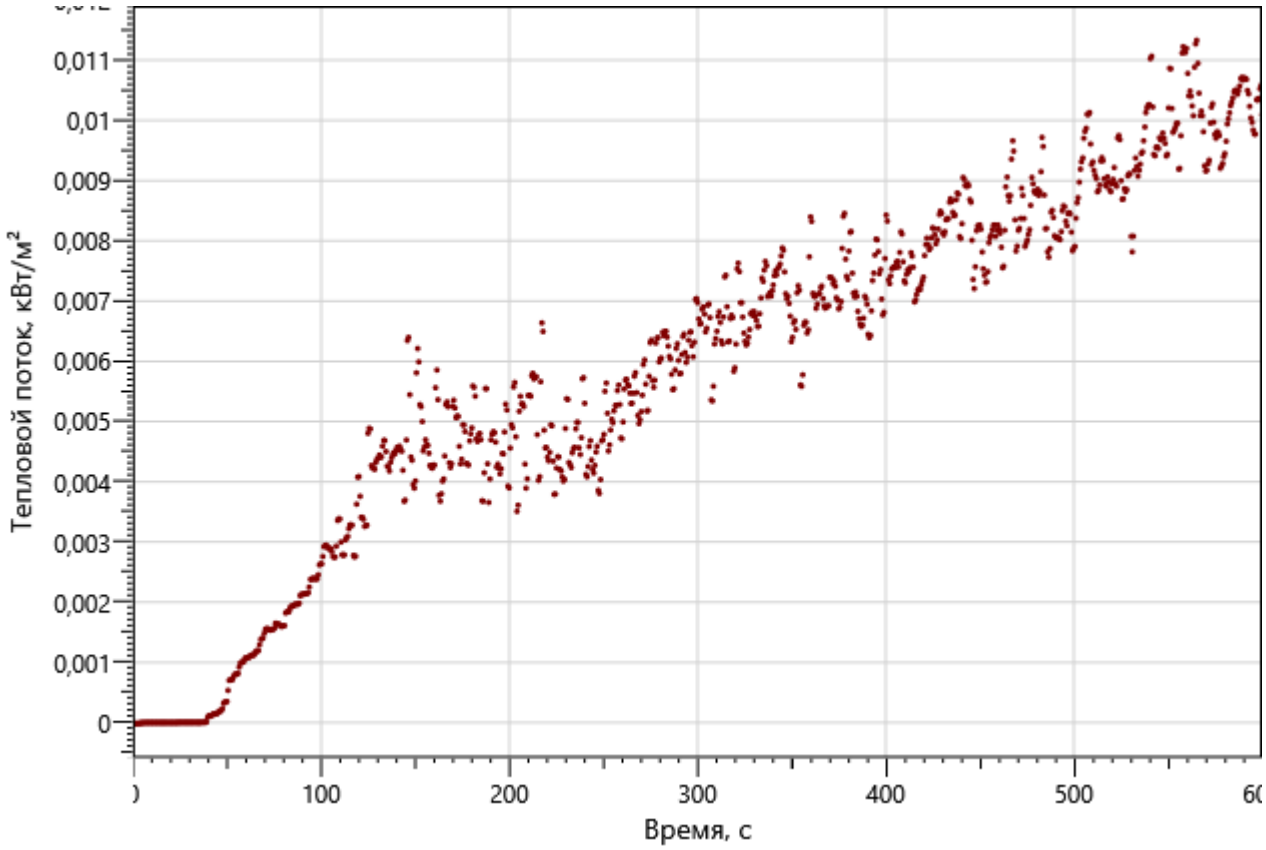


Рисунок 20 – Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

рт_03

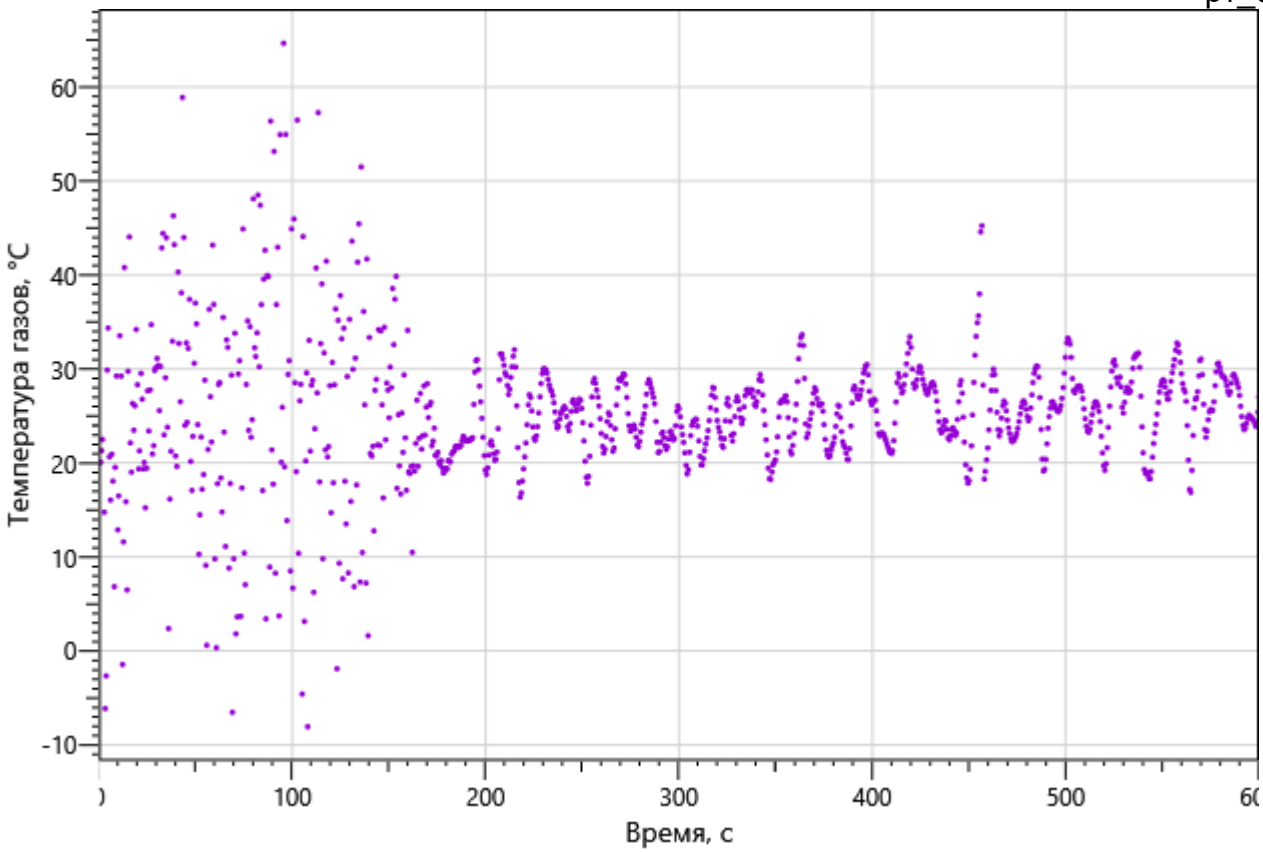


Рисунок 21 – Зависимость температуры от длительности пожара

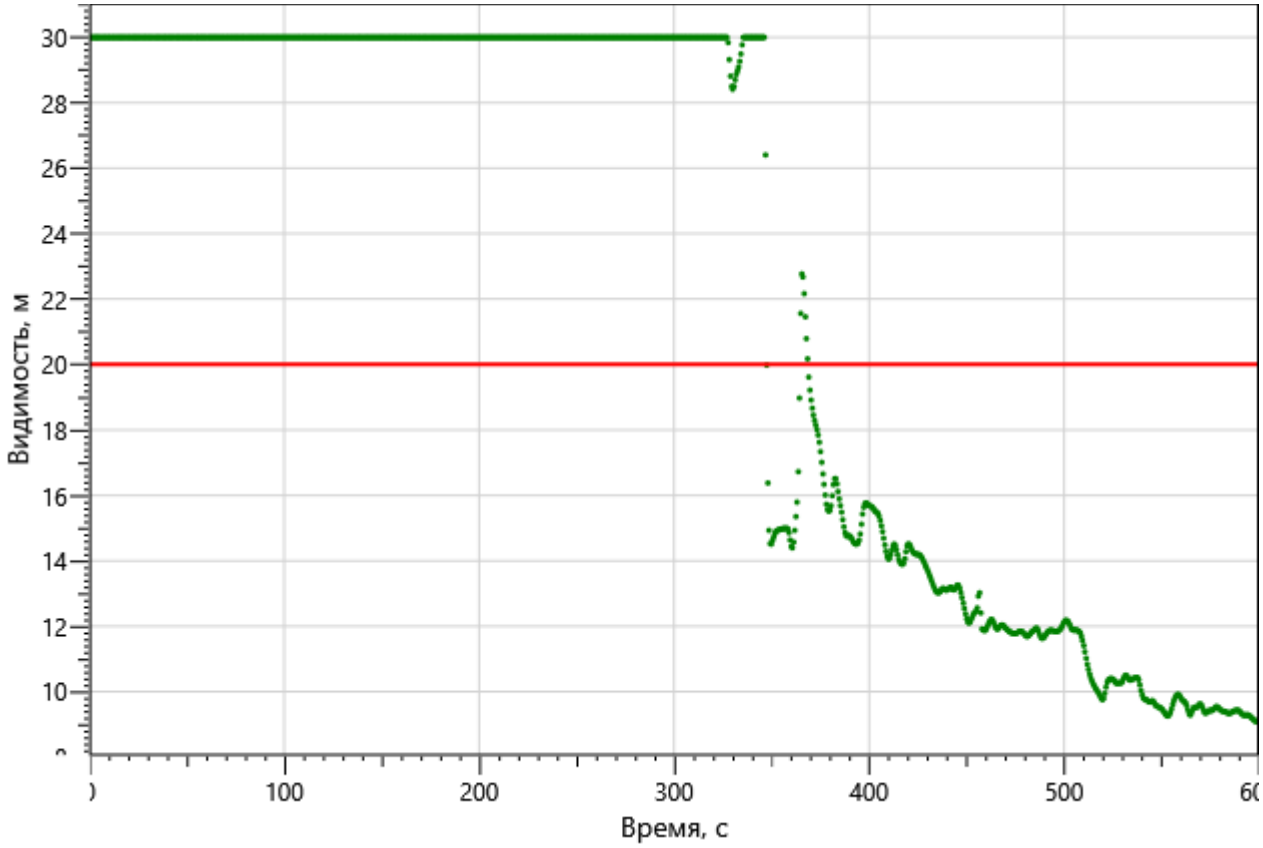


Рисунок 22 – Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

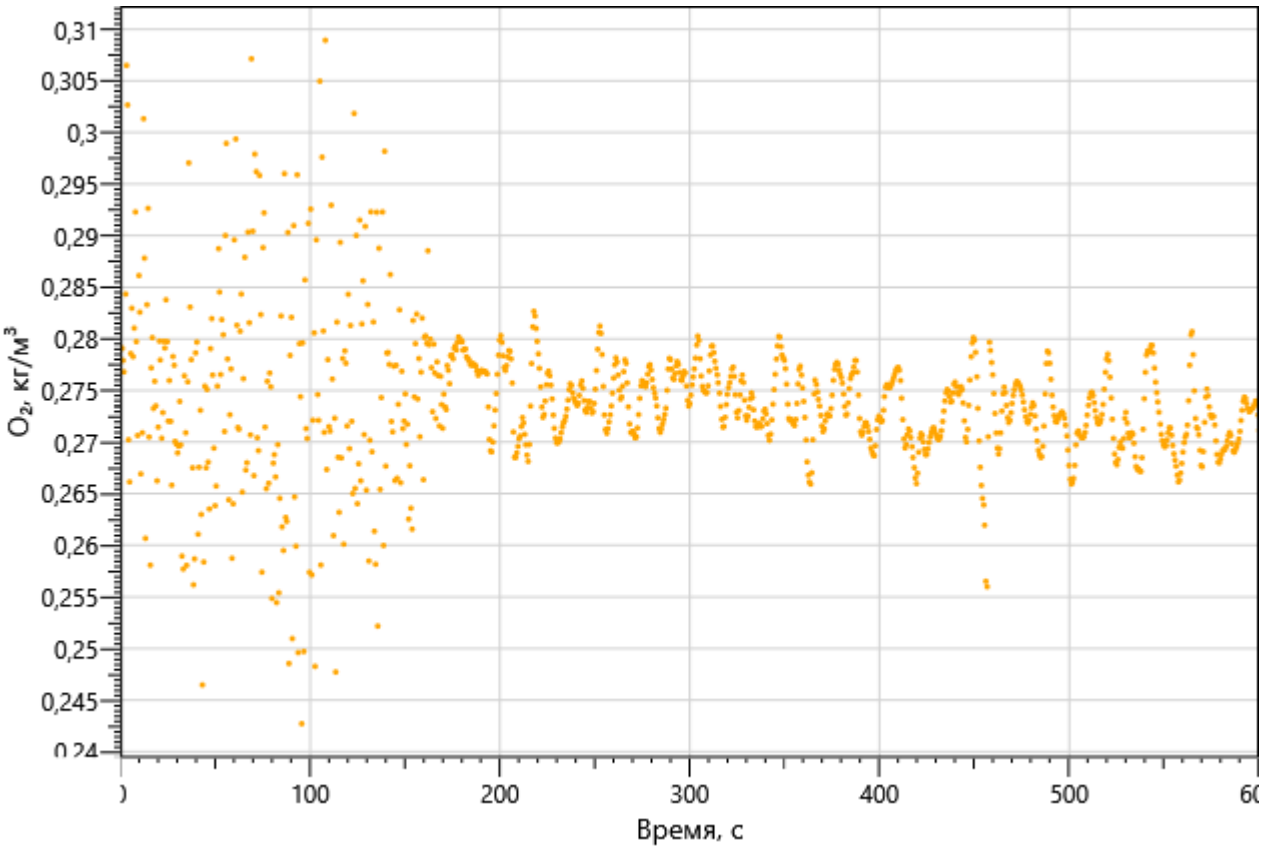


Рисунок 23 – Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

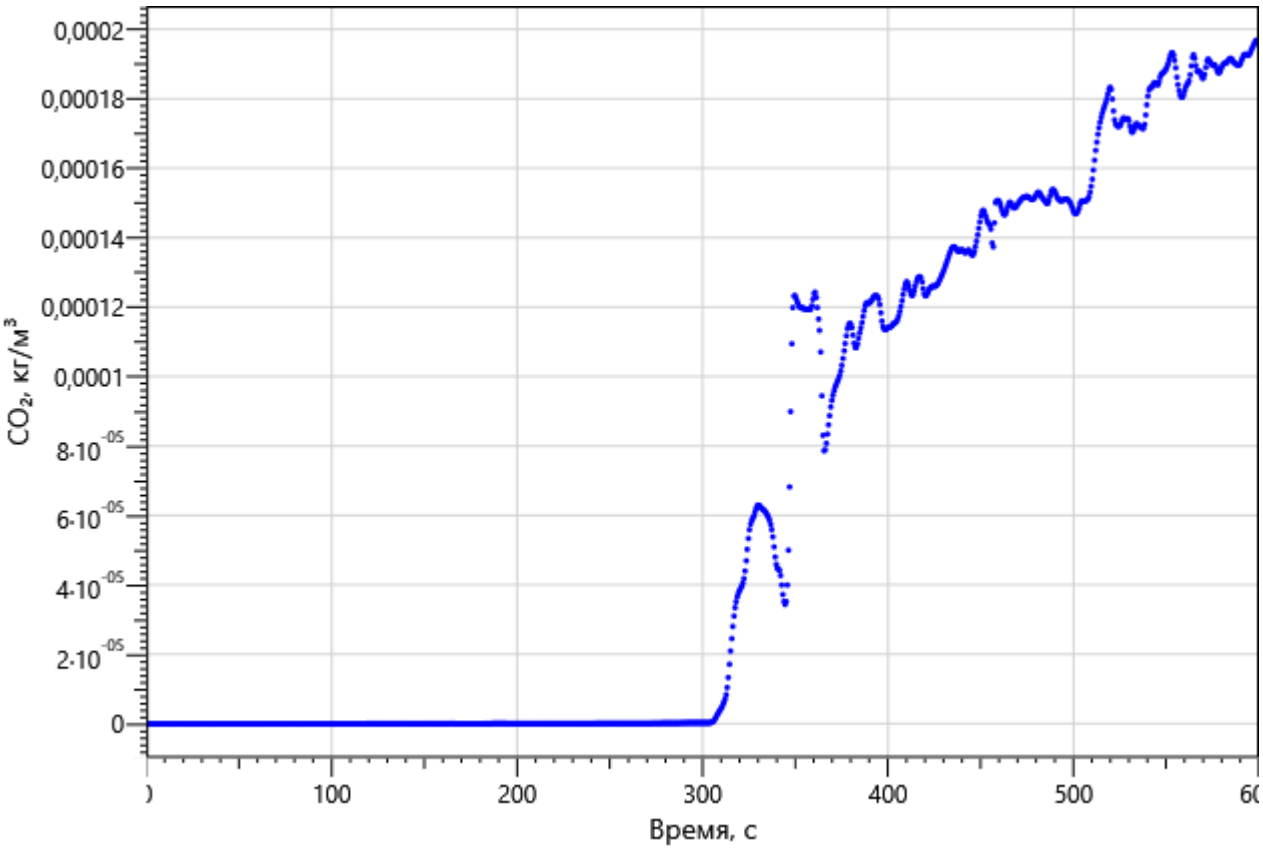


Рисунок 24 – Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

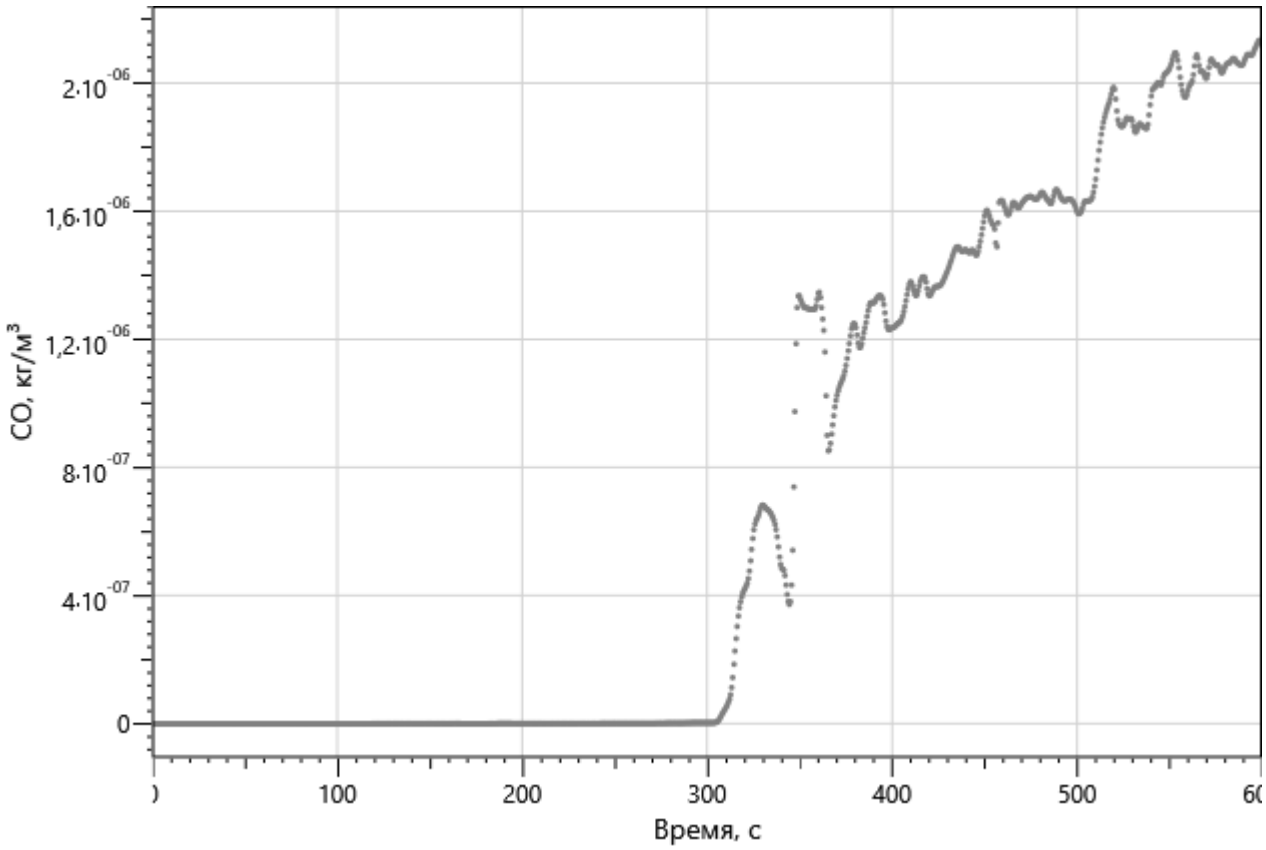


Рисунок 25 – Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

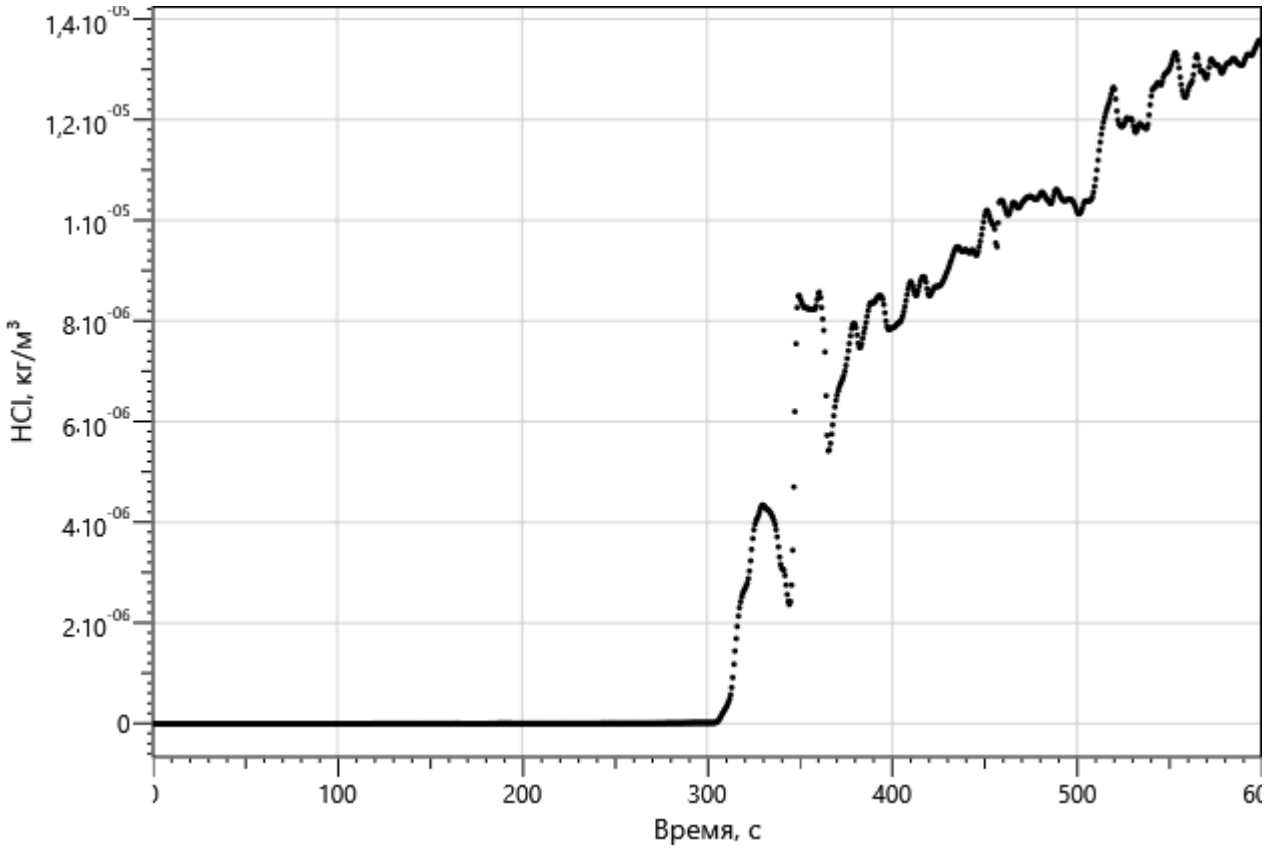


Рисунок 26 – Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

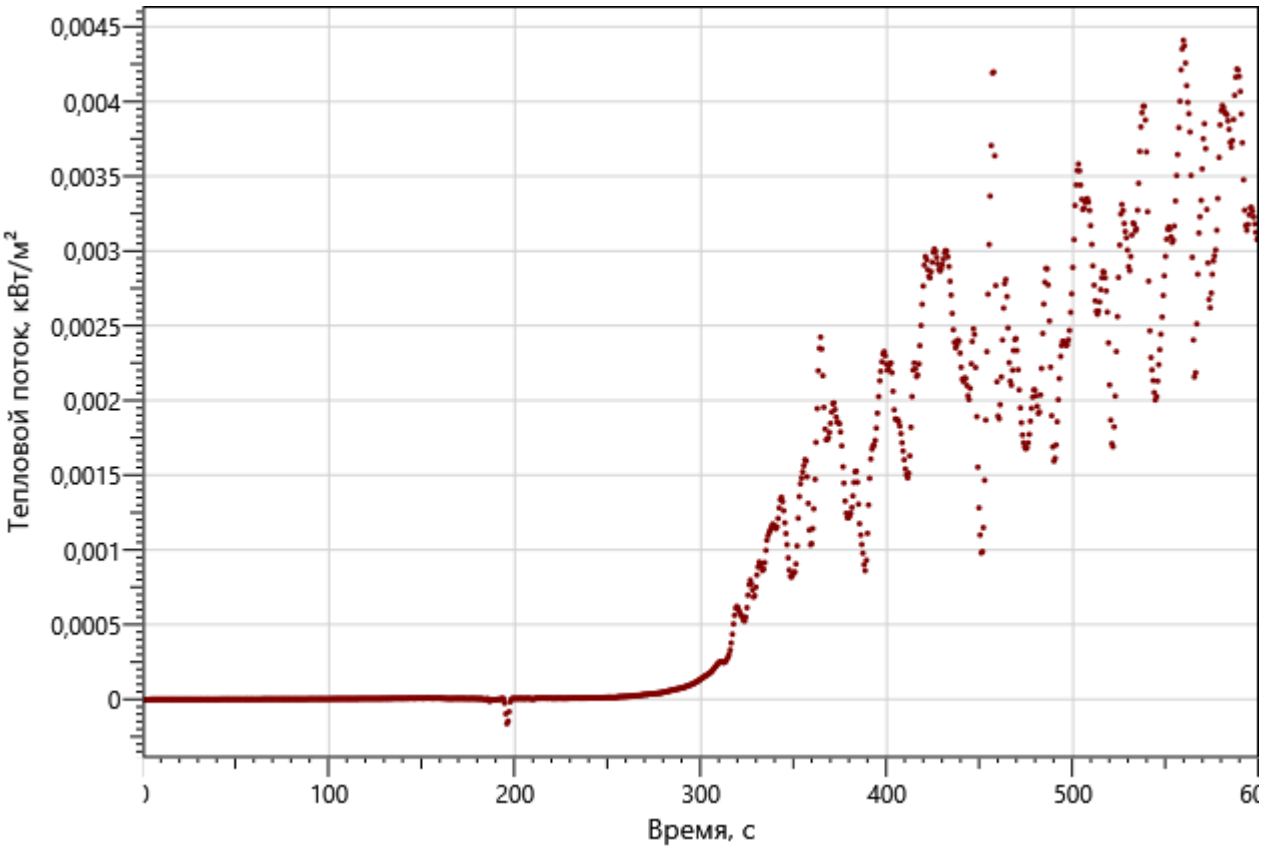


Рисунок 27 – Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

рт_04

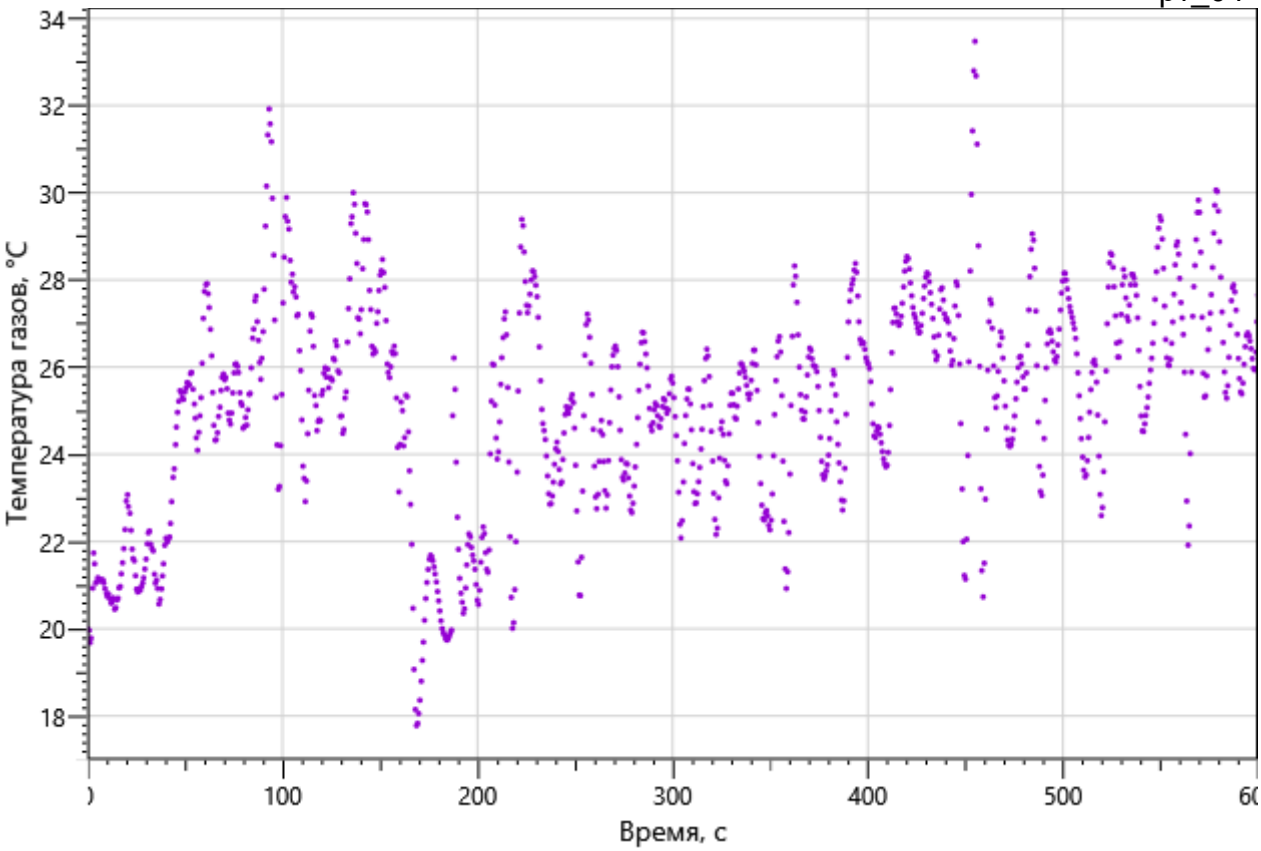


Рисунок 28 – Зависимость температуры от длительности пожара

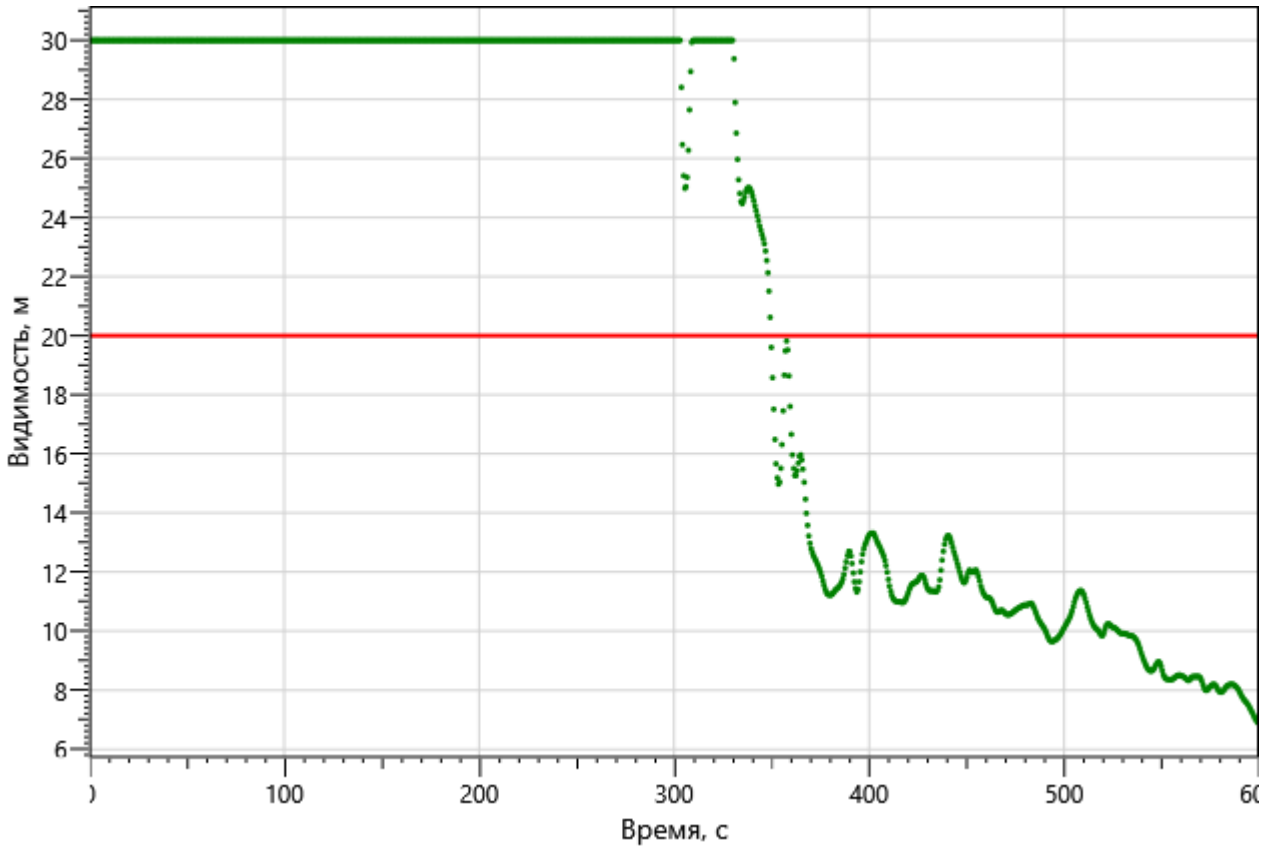


Рисунок 29 – Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

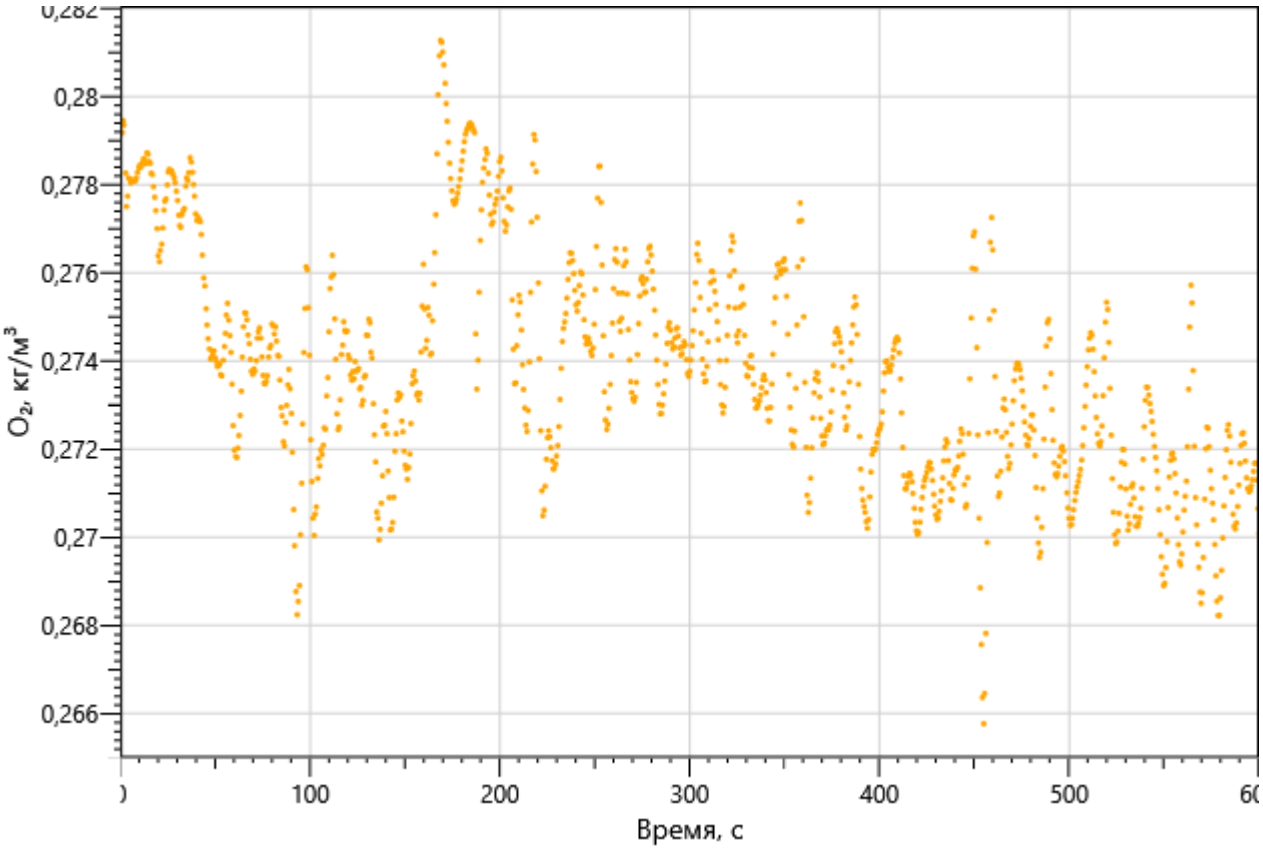


Рисунок 30 – Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

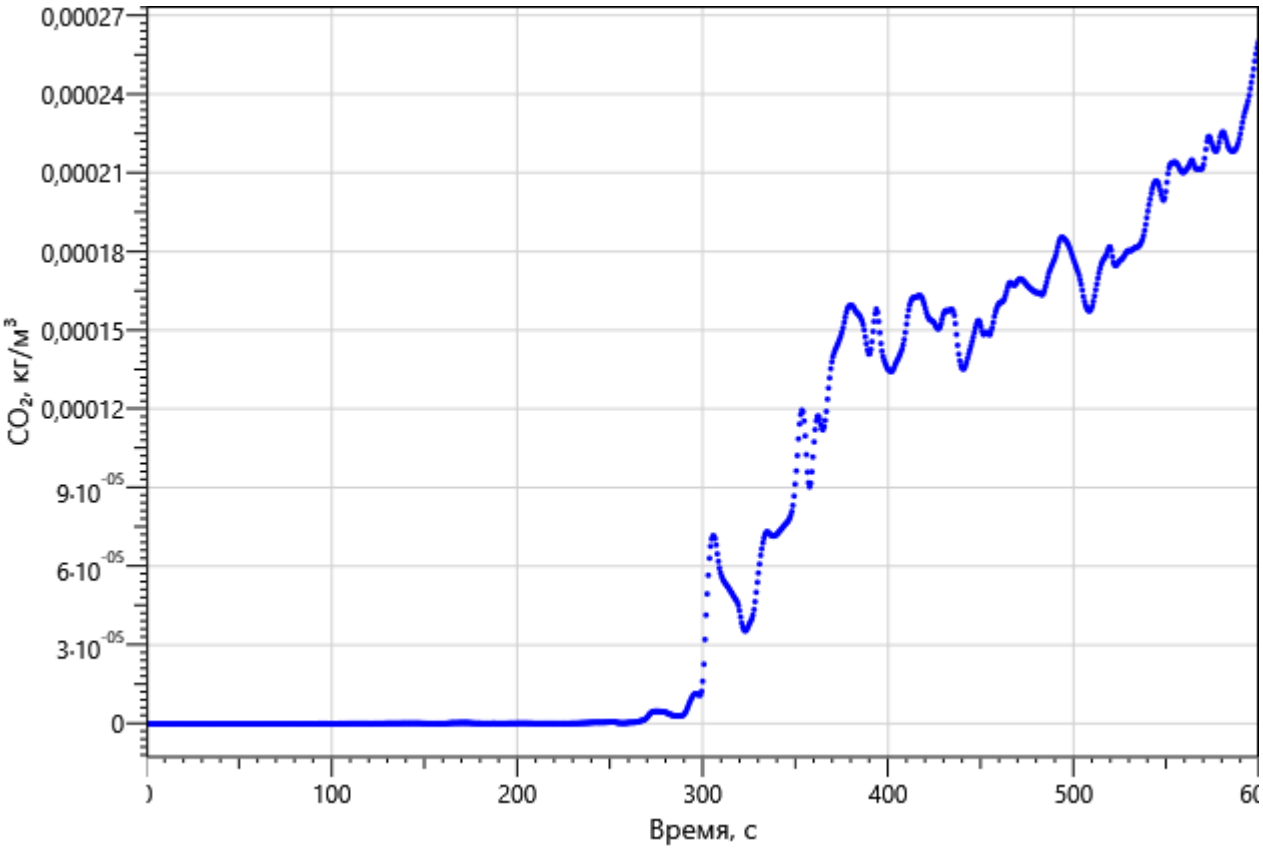


Рисунок 31 – Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

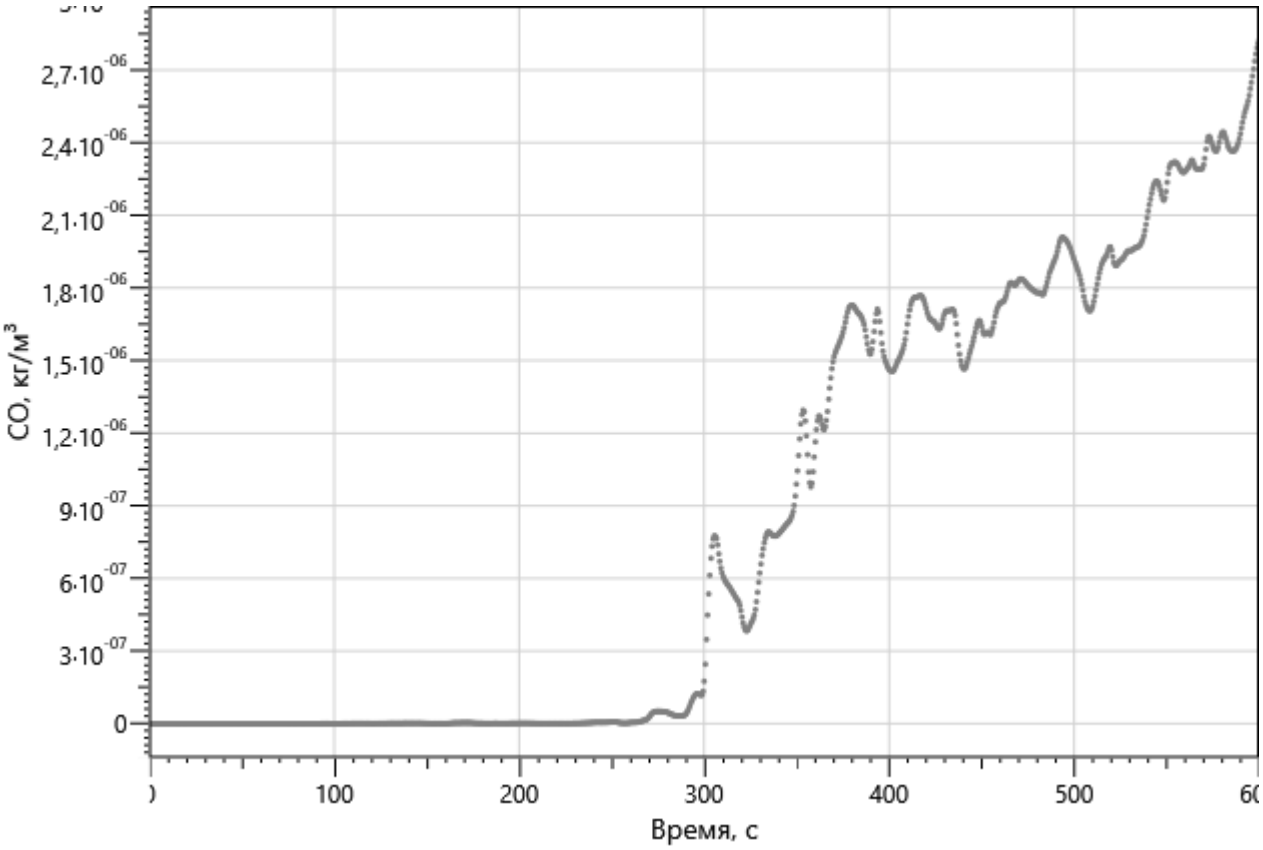


Рисунок 32 – Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

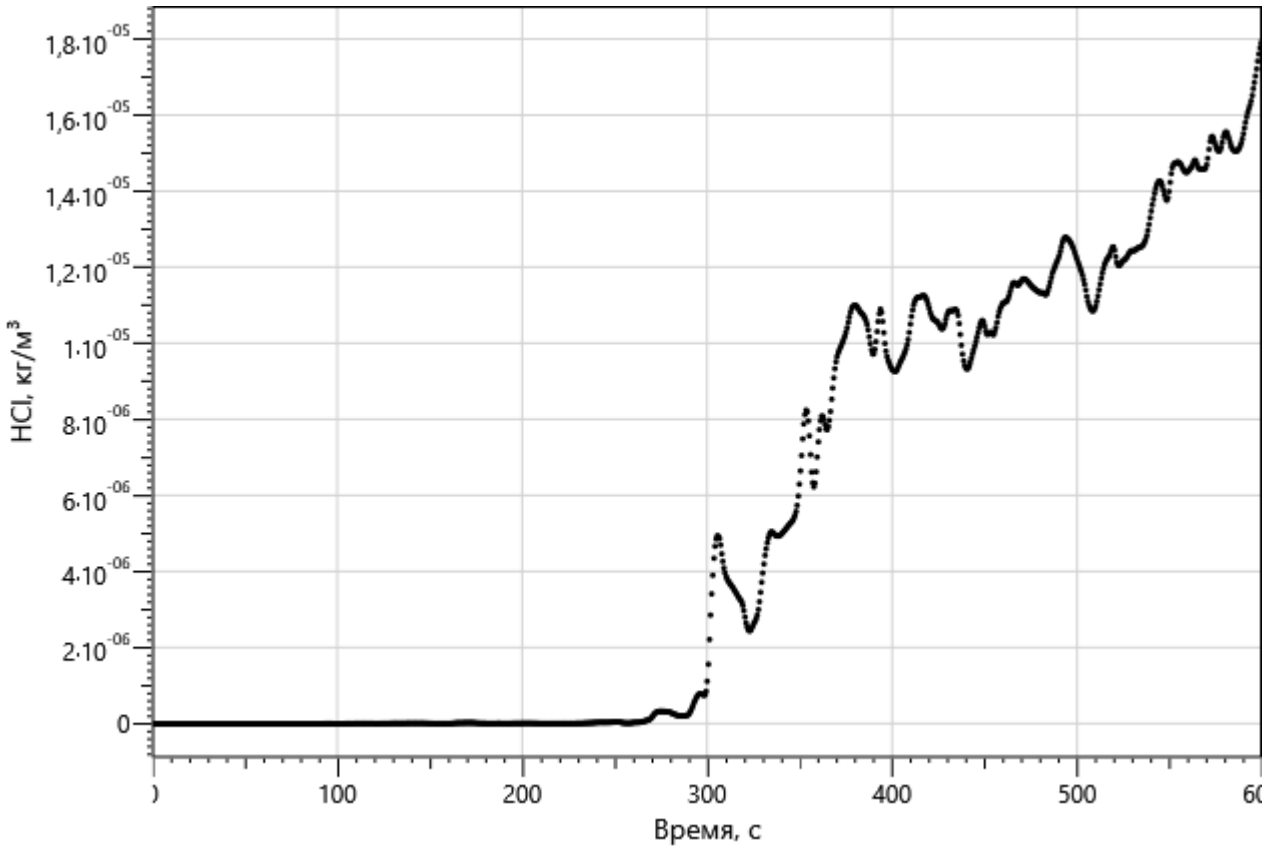


Рисунок 33 – Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

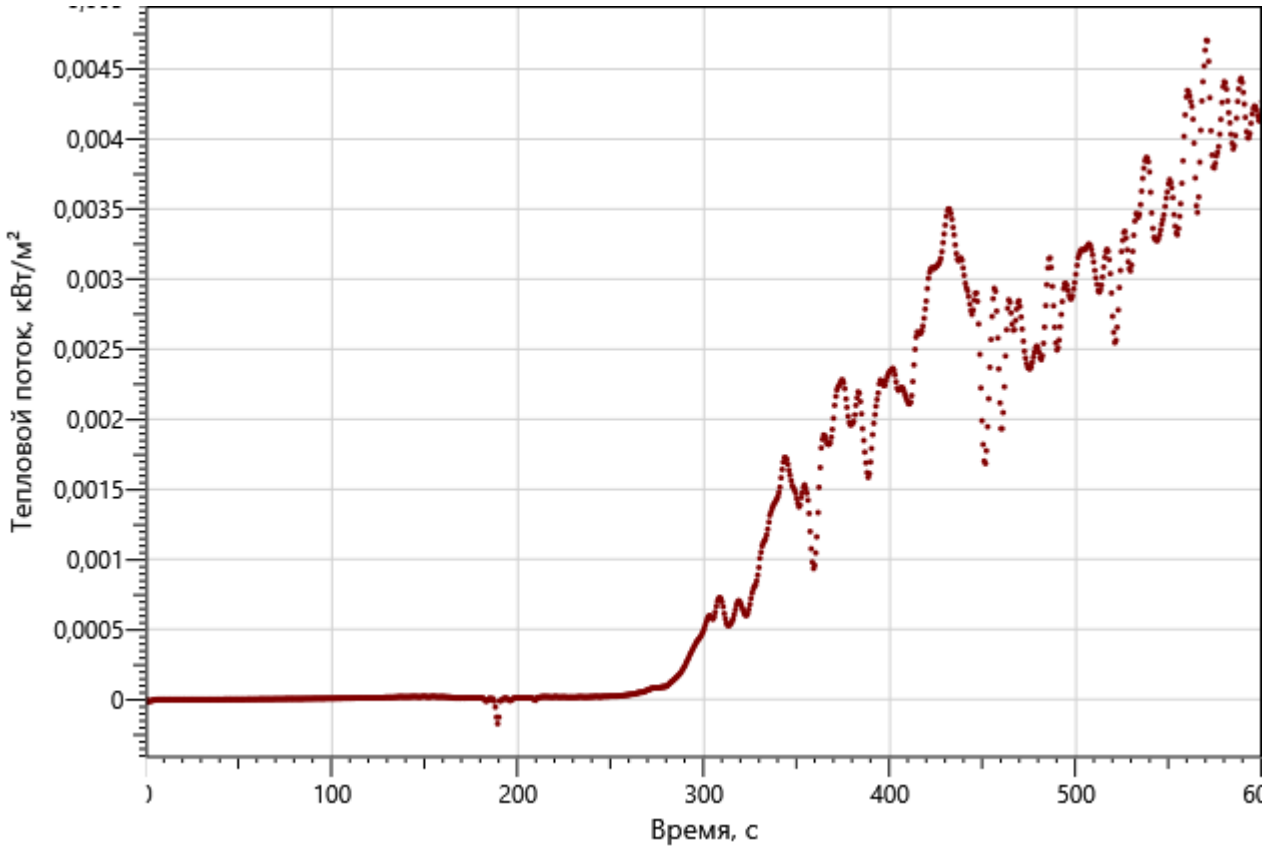


Рисунок 34 – Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

рт_05

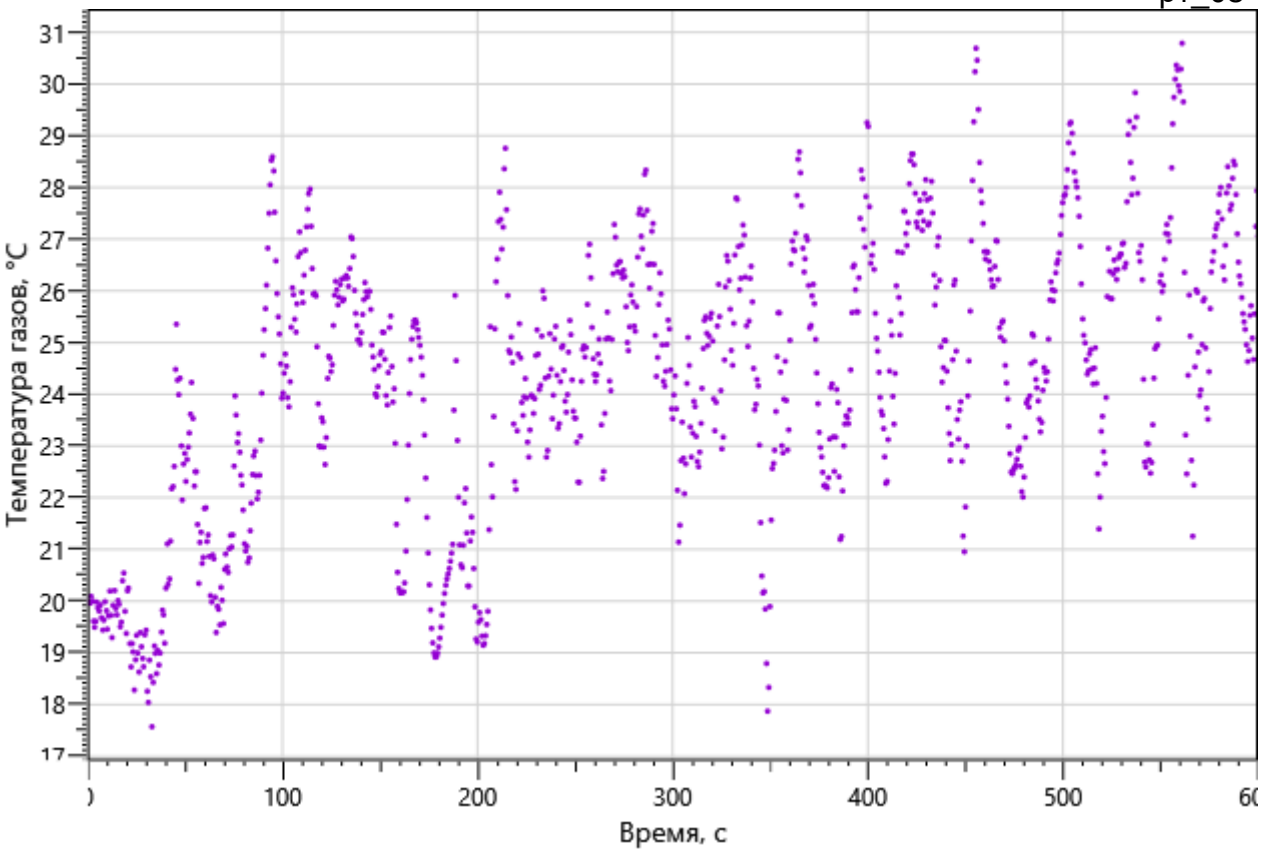


Рисунок 35 – Зависимость температуры от длительности пожара

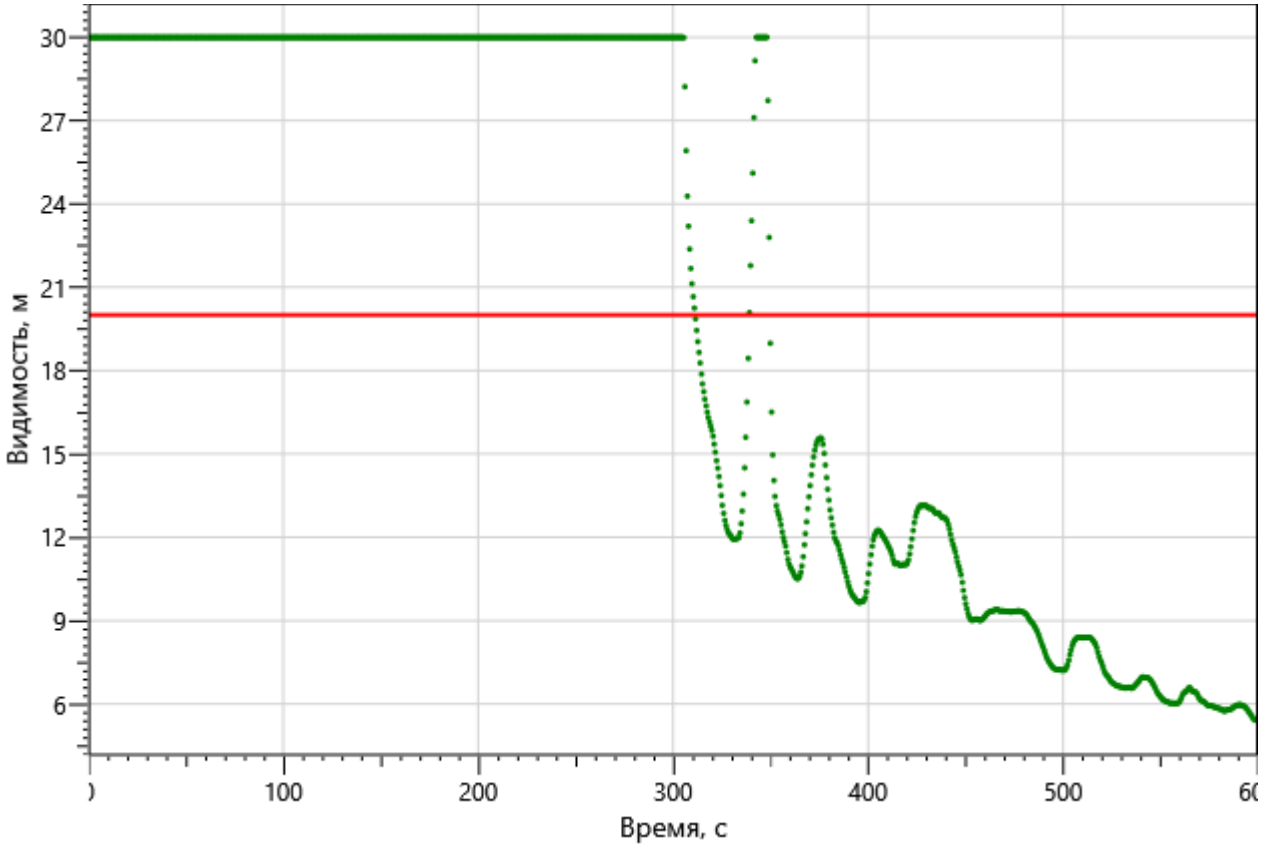


Рисунок 36 – Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

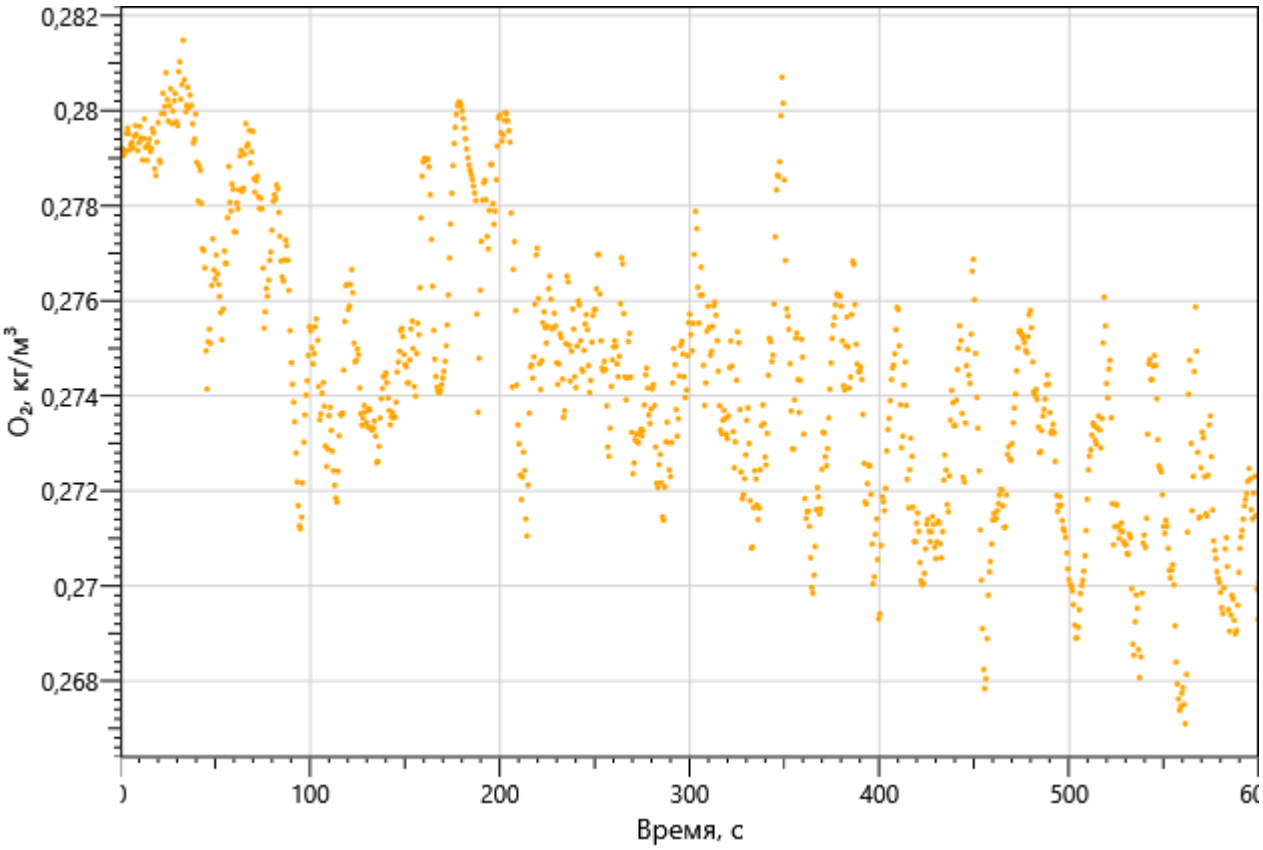


Рисунок 37 – Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

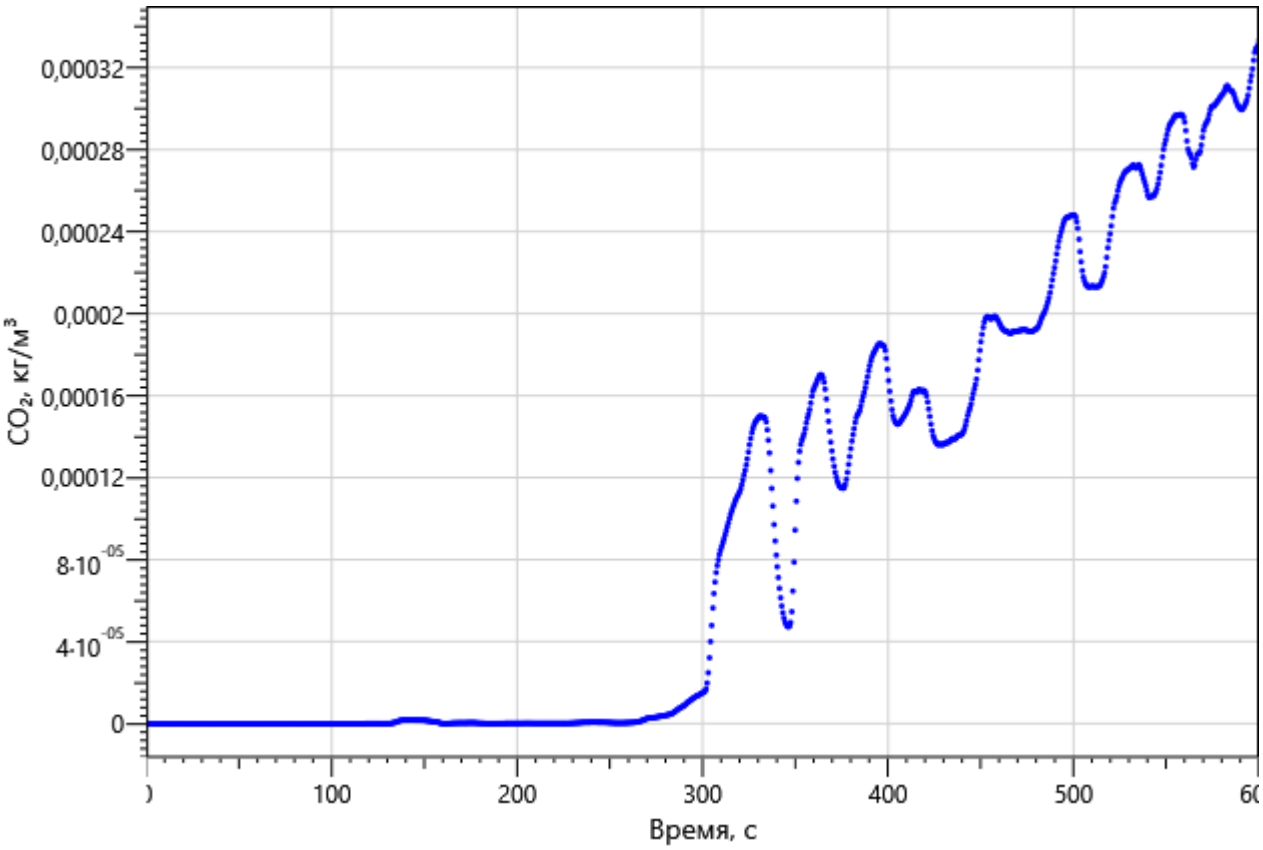


Рисунок 38 – Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

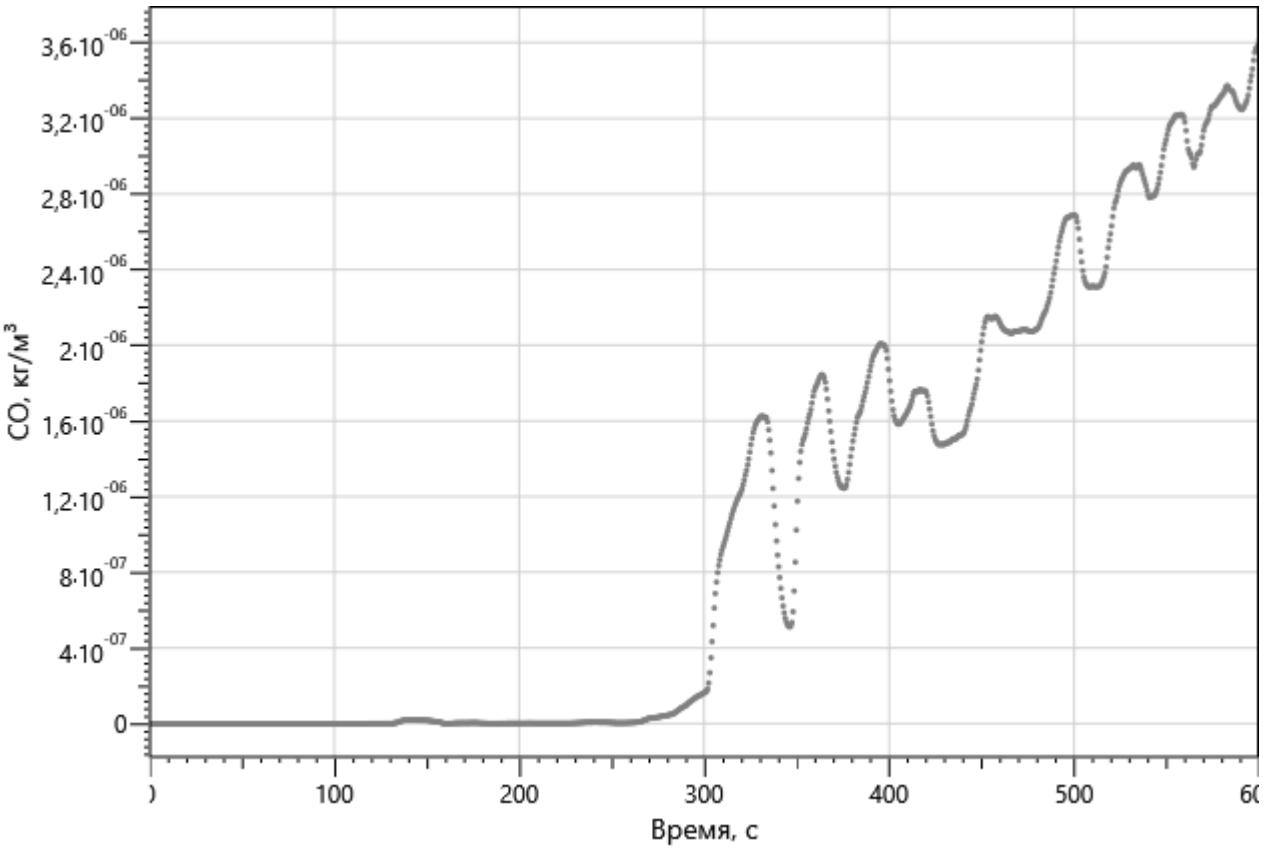


Рисунок 39 – Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

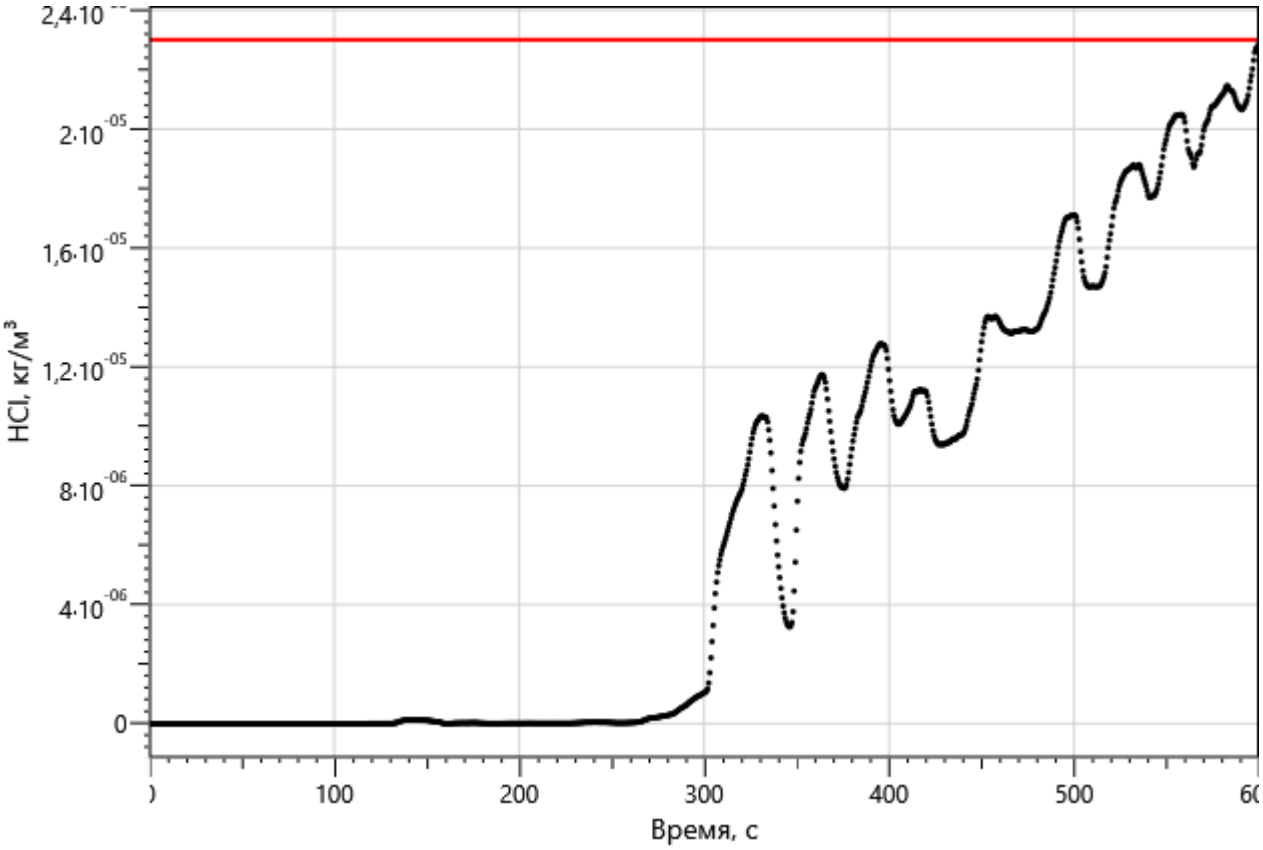


Рисунок 40 – Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

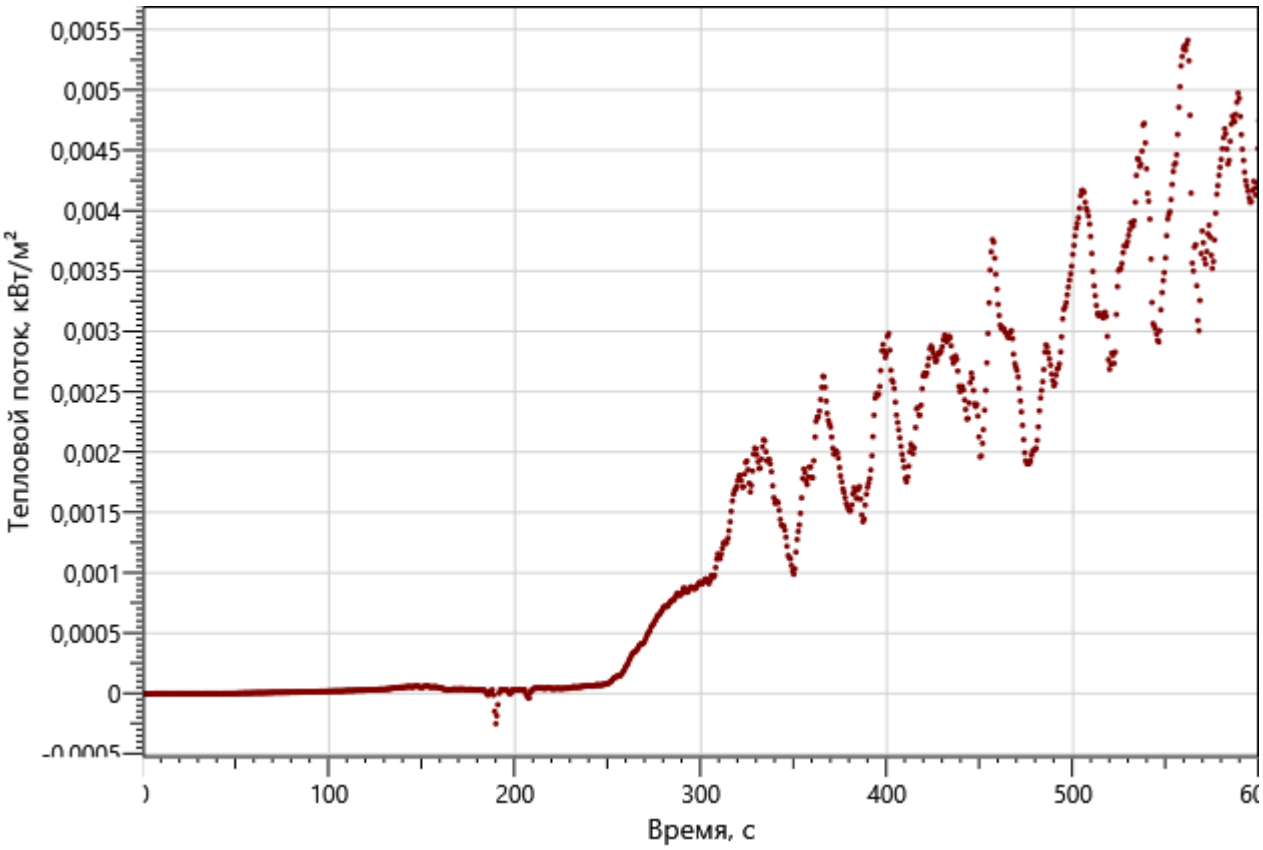


Рисунок 41 – Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

5.1.2 Определение расчетного времени эвакуации людей из здания (сценарий №1)

Пожар происходит в жилом помещении на 2-м этаже секции 1. ОФП распространяются по помещению и за его пределы, создает угрозу блокирования ближайшего эвакуационного выхода, ведущего на лестничную клетку.

Поэтажные планы объекта защиты с нанесенной на них расчетной (принципиальной) схемой эвакуации представлены на рисунках:

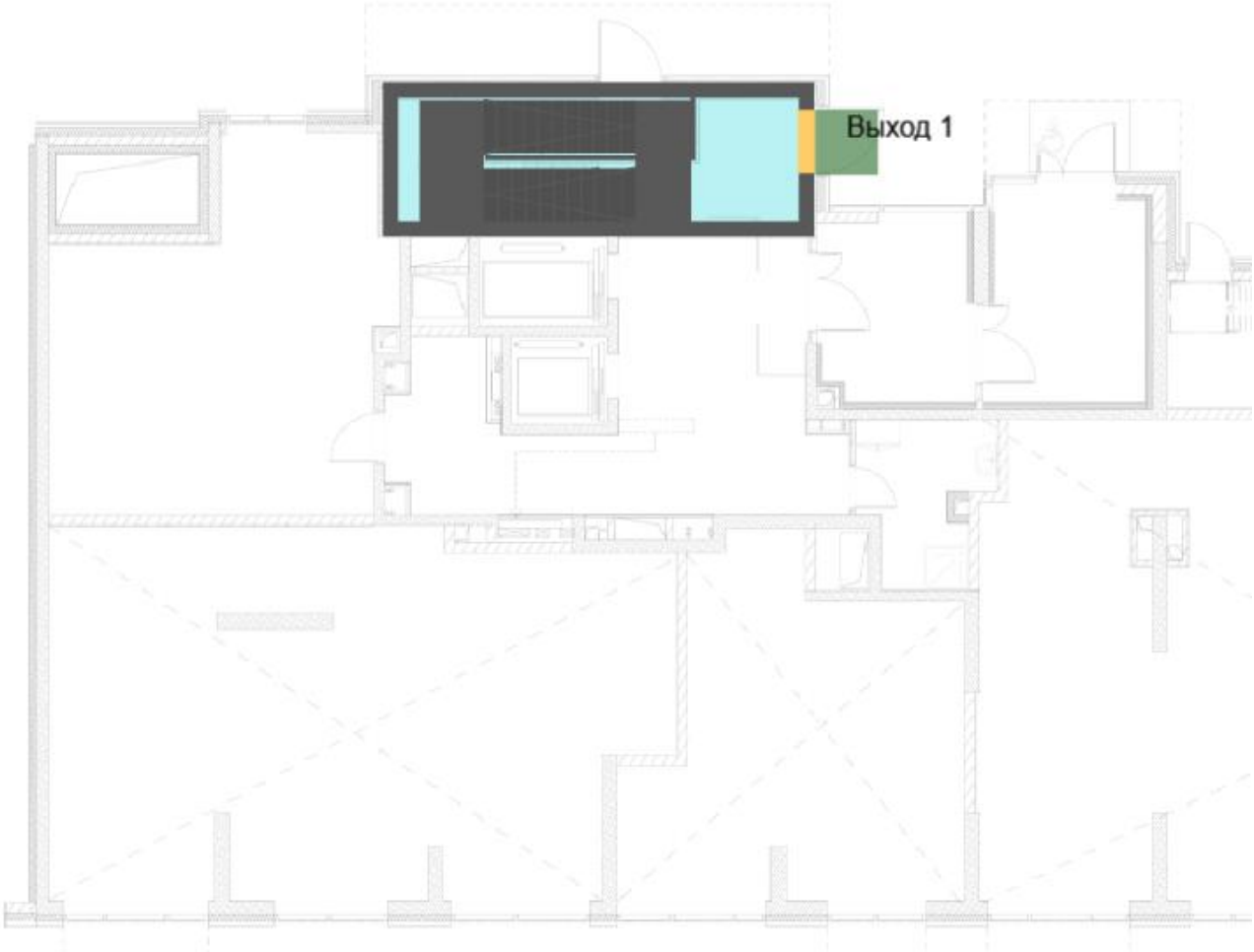


Рисунок 42 – План этажа 1а и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации

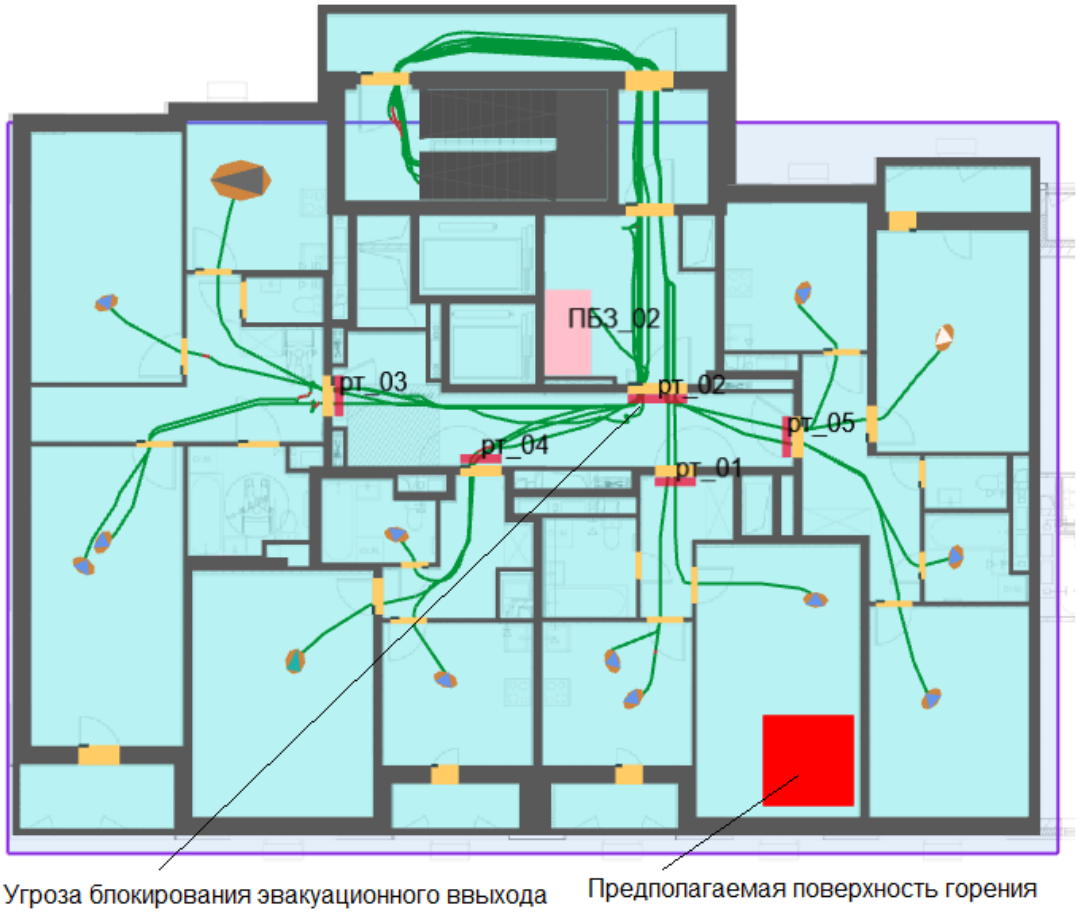


Рисунок 43 – План 2-го этажа и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации

Рисунок 44 – План 3-го этажа и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации

Рисунок 45 – План 4-11-го типового этажа и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации

Рисунок 46 – План 12-19-го типового этажа и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации

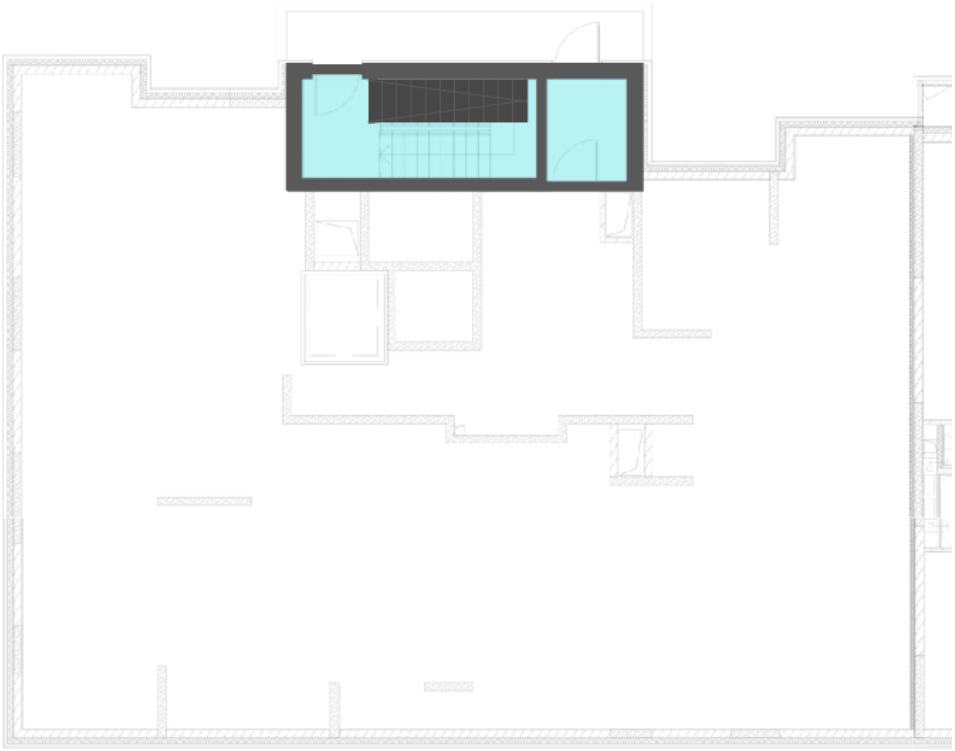


Рисунок 47 – План технического пространства на отм. +62.460 и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации

Рисунок 48 – План кровли и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации

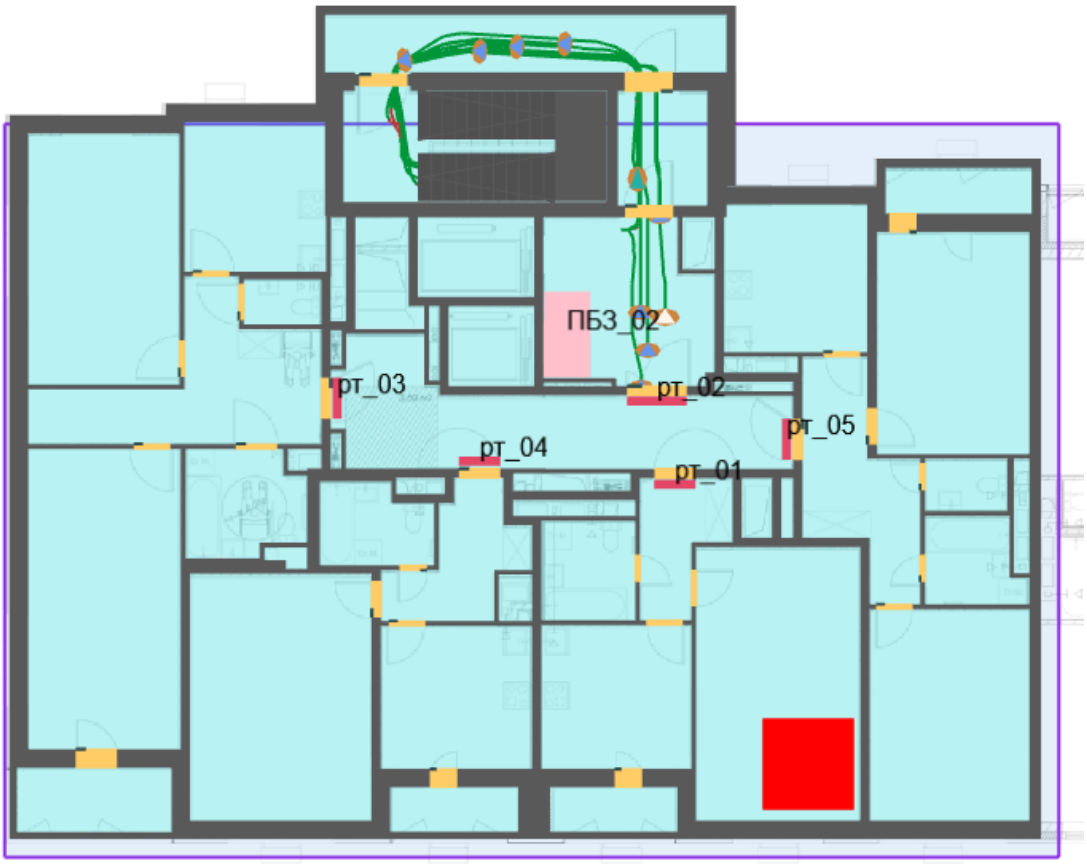


Рисунок 49 – План 2-го этажа и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации (расположение людей на момент полной эвакуации с этажа пожара – 2 мин.57 сек.)

Результаты моделирования движения людей.

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

$t_{НЭ} = 5 + 0{,}01 \cdot F$

где F – площадь помещения, м²

Время начала эвакуации:

- $t_{НЭ}$ = 5,4 с – для помещения очага пожара;
- tн.э. = 151,8 с – для всех остальных

Время достижения порогового значения срабатывания ИП: $t_{пор}$ = 71,8 с;

Время задержки, связанное с инерционностью системы: $t_{инерц}^{обн}$ = 20 с;

Время проведения предварительных действий, предшествующие началу эвакуации: $t_{предв}$ = 60 с;

Время эвакуации: $t_Э = t_{НЭ} + t_Р$ = 711,2 с;

Время существования скоплений: $t_{СК}$ = 0,6 с;

Общее количество людей: 262;

Сведения о количестве и размещении эвакуируемого контингента на объекте защиты, в том числе относящихся к маломобильным группам населения:

– на 2-3 этаже: 11 человек контингента М0-7 (зимняя одежда), 1 человек относящий к гр. Инвалиды в креслах-колясках (М4), 1 человек относящий к гр. Люди с поражением ОДА (1 опора) (М3), 1 человек относящий к гр. Пожилые немощные люди (М2);

– на 4-11 этаже: 12 человек контингента М0-7 (зимняя одежда), 1 человек относящий к гр. Инвалиды в креслах-колясках (М4), 1 человек относящий к гр. Люди с поражением ОДА (1 опора) (М3), 1 человек относящий к гр. Пожилые немощные люди (М2);

– на 12-19 этаже: 11 человек контингента М0-7 (зимняя одежда), 1 человек относящий к гр. Инвалиды в креслах-колясках (М4), 1 человек относящий к гр. Люди с

поражением ОДА (1 опора) (М3), 1 человек относящий к гр. Пожилые немощные люди (М2);

– на кровле: 2 человека контингента М0-7 (зимняя одежда).

Расположение людей гр. М4 выбрано в соответствии с расположением их в наиболее удаленных от ПБЗ и выходов наружу точках.

Время эвакуации до эвакуационных выходов представлено в таблице ниже.

Таблица 12

Расположение	Наименование	Время первого, с	Время последнего, с	Количество людей
Этаж 1				
	Выход 1	63,2	711,2	244
Этаж 2				
	ПБЗ_02	168,8	168,8	1
Этаж 3				
	ПБЗ_03	170,2	170,2	1
Этаж 4				
	ПБЗ_04	171,4	171,4	1
Этаж 5				
	ПБЗ_05	172,6	172,6	1
Этаж 6				
	ПБЗ_06	172,6	172,6	1
Этаж 7				
	ПБЗ_07	172,6	172,6	1
Этаж 8				
	ПБЗ_08	172,6	172,6	1
Этаж 9				
	ПБЗ_09	172,6	172,6	1
Этаж 10				
	ПБЗ_10	172,6	172,6	1
Этаж 11				
	ПБЗ_11	172,6	172,6	1
Этаж 12				
	ПБЗ_12	168,8	168,8	1
Этаж 13				
	ПБЗ_13	168,8	168,8	1
Этаж 14				
	ПБЗ_14	168,8	168,8	1
Этаж 15				
	ПБЗ_15	168,8	168,8	1
Этаж 16				
	ПБЗ_16	168,8	168,8	1
Этаж 17				
	ПБЗ_17	168,8	168,8	1
Этаж 18				
	ПБЗ_18	168,8	168,8	1
Этаж 19				
	ПБЗ_19	168,8	168,8	1

Время эвакуации через регистраторы представлено в таблице ниже.

Таблица 13

Расположение	Наименование	Время первого, с	Время последнего, с	Количество людей
Этаж 2				
Помещение 14	рт_02	14,0	176,8	14

	рт_03	158,0	167,8	4
	рт_04	157,6	160,8	3
	рт_05	157,0	163,2	4
Помещение 9	рт_01	11,6	13,4	3

5.1.3 Определение вероятности эвакуации людей из здания при пожаре (сценарий №1)

Вероятность эвакуации представлена в таблице ниже.

Таблица 14

Расположение	Наименование	Время блокирования, $t_{бл}$, с	Необходимое время эвакуации, 0,8 $t_{бл}$, с	Время начала эвакуации, $t_{нэ}$, с	Время эвакуации, $t_э = t_{нэ} + t_р$, с	Вероятность эвакуации, $P_э$
Этаж 2						
Помещение 14	рт_02	297,6	238,1	5,4	176,8	0,999
	рт_03	347,4	277,9	151,8	167,8	0,999
	рт_04	349,8	279,9	151,8	160,8	0,999
	рт_05	311,5	249,2	151,8	163,2	0,999
Помещение 9	рт_01	72,6	58,08	5,4	13,4	0,999

Результаты проведенных расчетов показывают, что максимальное расчетное время эвакуации с этажа пожара составит 2,95 мин. Время выхода из здания составляет 11,85 мин (Выход 1).

Максимальное время движения при плотности потока D больше 0,5 м^2/м^2 составляет 0,01 мин.

Для удобства сопоставления данных, результаты определения расчетного времени эвакуации и времени блокирования эвакуационных путей (с учетом коэффициента безопасности) в расчётных точках по рассматриваемому сценарию приведены в таблице ниже.

Таблица 15

Расчетная точка	Время начала эвакуации $t_{нэ}$, мин	Расчетное время эвакуации ($t_р$+ $t_{нэ}$), мин	Время блокирования путей эвакуации $t_{бл}$, мин (с учётом коэф. 0,8)	Вероятность эвакуации	Вывод
Сценарий №1					
рт_01	0,09	0,22	0,97	0,999	**Безопасно**
рт_02	0,09	2,95	3,97	0,999	**Безопасно**
рт_03	2,53	2,80	4,63	0,999	**Безопасно**
рт_04	2,53	2,68	4,66	0,999	**Безопасно**
рт_05	2,53	2,72	4,15	0,999	**Безопасно**

Приведенные в таблице выше результаты показывают, что своевременность эвакуации при принятых проектных решениях обеспечивается $(t_э < t_{бл})$. Следовательно, вероятность эвакуации составит $P_э = 0{,}999$.

Согласно ч.3 ст.53 №123-ФЗ, безопасная эвакуация людей из зданий и сооружений при пожаре считается обеспеченной, так как интервал времени от момента обнаружения пожара до завершения процесса эвакуации людей в безопасную зону не превышает необходимого времени эвакуации людей при пожаре.

5.1.4 Определение величины индивидуального пожарного риска (сценарий №1)

Частота возникновения пожаров в здании $2{,}6 \cdot 10^{-2}$.

Вероятность эффективного срабатывания систем противопожарной защиты:

$K_{ап,i}$ – коэффициент, учитывающий соответствие установок автоматического пожаротушения требованиям нормативных документов по пожарной безопасности. Значение параметра $K_{ап,i}$ принимается равным $K_{ап,i}$=0,9;

$K_{обн}$ – коэффициент, учитывающий соответствие системы пожарной сигнализации требованиям нормативных документов по пожарной безопасности. Значение параметра $K_{обн,i}$ принимается равным $K_{обн,i}$ = 0,8;

$K_{СОУЭ}$ – коэффициент, учитывающий соответствие системы оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности. Значение параметра принимается равным $K_{СОУЭ,i}$ = 0,8;

$K_{ПДЗ}$ – коэффициент, учитывающий соответствие системы противодымной защиты, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности. Значение параметра $K_{ПДЗ,i}$ принимается равным $K_{ПДЗ,i}$ = 0,8.

Коэффициент, учитывающий соответствие системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности, $K_{п.з}$ равен:

$$K_{п.з.,I} = 1 – (1 – K_{обн,I} \cdot K_{СОУЭ,i}) \cdot (1 – K_{обн,i} \cdot K_{пдз,i}) =$$

$$1 – (1 – 0{,}8 \cdot 0{,}8) \cdot (1 - 0{,}8 \cdot 0{,}8) = 0{,}8704$$

Вероятность присутствия эвакуируемого контингента в здании, определяемая из соотношения $P_{пр,i} = t_{функц,i} /24$, равна $P_{пр,i}$=1. При времени нахождения людей в жилых помещениях 24 часа.

Вероятность эвакуации $P_{Э,i,j}$ рассчитывают по зависимости:

$$P_{э,i,j} = \begin{cases} 0{,}999 \cdot \dfrac{0{,}8 \cdot t_{бл,i} - t_{р,i,j}}{t_{нэ,i,j}}, \text{если } t_{р,i,j} < 0{,}8 \cdot t_{бл,i} < t_{нэ,i,j} + t_{р,i,j} \text{ и } t_{ск,i,j} \le 6 \text{ мин} \\ 0{,}999, \text{если } t_{нэ,i,j} + t_{р,i,j} \le 0{,}8 \cdot t_{бл,i} \text{ и } t_{ск,i,j} \le 6 \text{ мин} \\ 0{,}000, \text{если } t_{р,i,j} \ge 0{,}8 \cdot t_{бл,i} \text{ или } t_{ск,i,j} > 6 \text{ мин} \end{cases}$$

и равна $P_{Э,i,j}$ = 0,999.

Расчетная величина индивидуального пожарного риска R_i рассчитывается по формуле:

$$R_{,i} = Q_{п,I} \cdot (1 – K_{ап,i}) \cdot P_{пр,I} \cdot (1 – P_{э,i}) \cdot (1 – K_{п.з,i}) \text{ и равна}$$

$$R = 0{,}026 \cdot (1–0{,}9) \cdot 1 \cdot (1–0{,}999) \cdot (1–0{,}8704) = 0{,}33 \cdot 10^{-6}$$

Результаты по итогам проведенных расчетов определения индивидуального пожарного риска представлены в таблице ниже.

Таблица 16

№ сценария пожара	Группа эвакуируемого контингента	Вероятность присутствия и спасения людей	Вероятность возникновения пожара	Вероятность эвакуации	Коэффициент соответствия системы противопожарной защиты, $K_{пз,i}$	Расчетная величина пожарного риска для группы эвакуируемого контингента	Расчетная величина пожарного риска
1 (Жилье. Секция 1)	М0-7 (зимняя одежда)	$P_{пр,i}$ = 1	$2{,}6 \cdot 10^{-2}$	0,999	0,8704	$0{,}33 \cdot 10^{-6}$	$0{,}33 \cdot 10^{-6}$

	Пожилые немощные люди	$P_{пр,i}$ = 1	$2{,}6 \cdot 10^{-2}$	0,999	0,8704	$0{,}33 \cdot 10^{-6}$	
	Люди с поражением ОДА (1 опора)	$P_{пр,i}$ = 1	$2{,}6 \cdot 10^{-2}$	0,999	0,8704	$0{,}33 \cdot 10^{-6}$	
	Инвалиды на креслах-колясках	$P_{пр,i}$ = 1	$2{,}6 \cdot 10^{-2}$	0,999	0,8704	$0{,}33 \cdot 10^{-6}$	

Расчетное значение пожарного риска для проектируемого объекта не превышает требуемого, установленного ст. 79 №123-ФЗ ($Q_B^H = 10^{-6}$).

Исходные данные расчета пожарного риска (объемно-планировочные решения здания, системы противопожарной защиты), в том числе расчета времени эвакуации и динамики распространения опасных факторов пожара соответствуют разработанной проектной документации.

Вывод: так как расчетная величина индивидуального пожарного риска для людей, находящихся в жилых помещениях R = $0{,}33 \cdot 10^{-6}$ менее нормативного значения индивидуального пожарного риска ($R_{норм}$=10^{-6}), то расчетная величина индивидуального пожарного риска при возможном пожаре соответствует требуемому значению.

5.2 Сценарий №2 (Жилье. Секция 2)

5.2.1 Расчет времени блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара (сценарий №2)

Пожар происходит в жилом помещении на 5-м этаже секции 2. ОФП распространяются по помещению и за его пределы, создает угрозу блокирования ближайшего эвакуационного выхода, ведущего на лестничную клетку.

При расчете опасных факторов пожара учитывалась работа систем противодымной вентиляции:

– расход противодымной вентиляции составляет 21050 м^3/час (ДУ4);
– расход приточной вентиляции составляет 8600 м^3/час (ПД24).

Дверь помещения очага пожара, а также двери на путях эвакуации принимались открытыми. Двери в смежные помещения принимались закрытыми. Размер ячейки области расчета, используемой в сценарии равен 0,25 м. Высота этажа пожара (от пола до потолка) и помещения очага пожара равна 2,70 м.

Параметры окружающей среды:

– температура: 38 °С
– давление: 99700 Па (748 мм рт. Ст.)
– относительная влажность: 73 %
– температура в помещениях: 20 °С

Компьютерная модель с нанесённым на неё источником зажигания и расчётными точками представлена на рисунках:

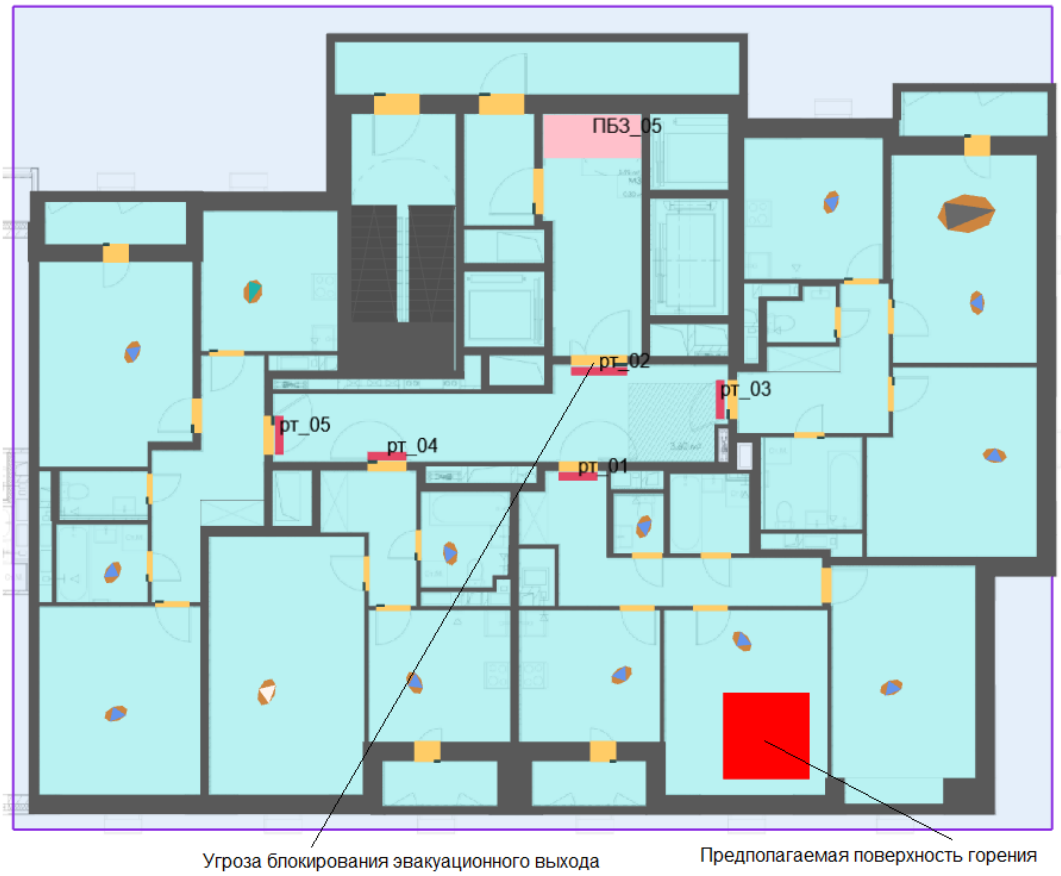


Рисунок 50 – Компьютерная модель 5-го этажа с предполагаемой поверхностью горения и нанесенными расчётными точками

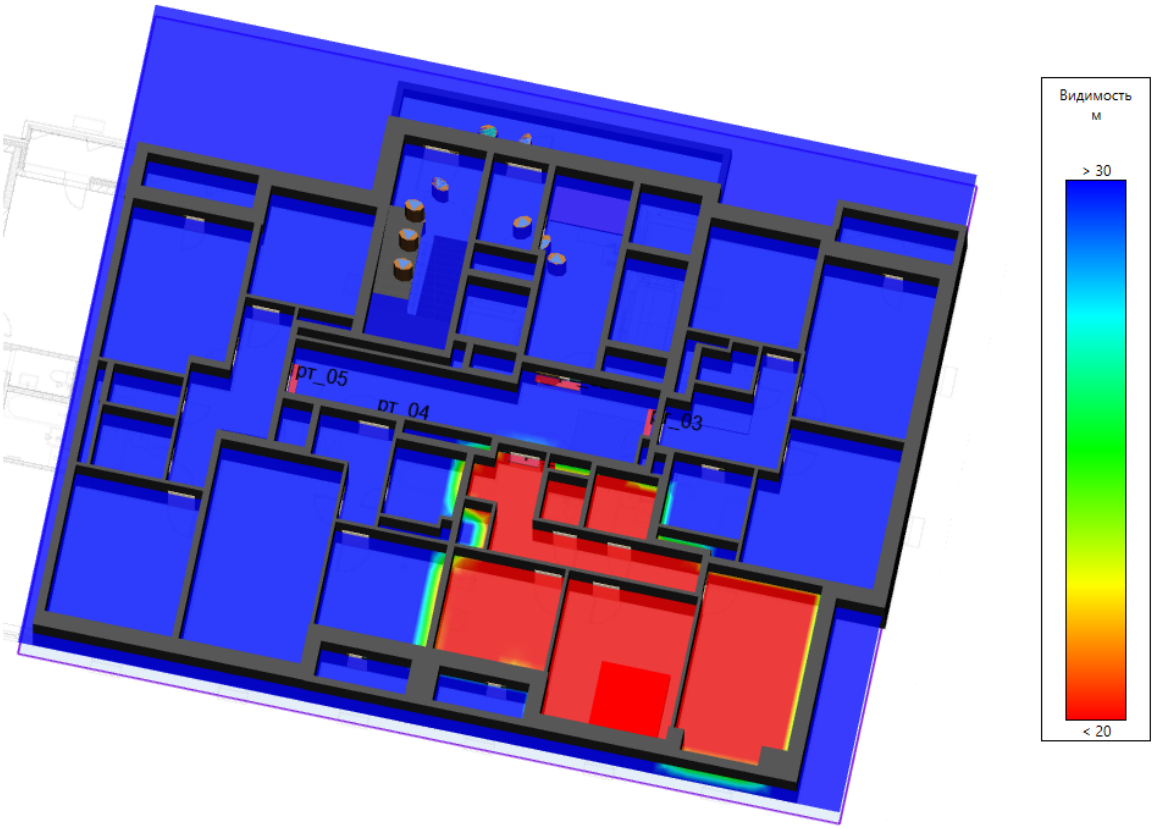


Рисунок 51 – Компьютерная 3D модель 5-го этажа с предполагаемой поверхностью горения и нанесенными расчётными точками (плотность дыма на момент полной эвакуации людей с этажа пожара – 3 мин. 05 сек.)

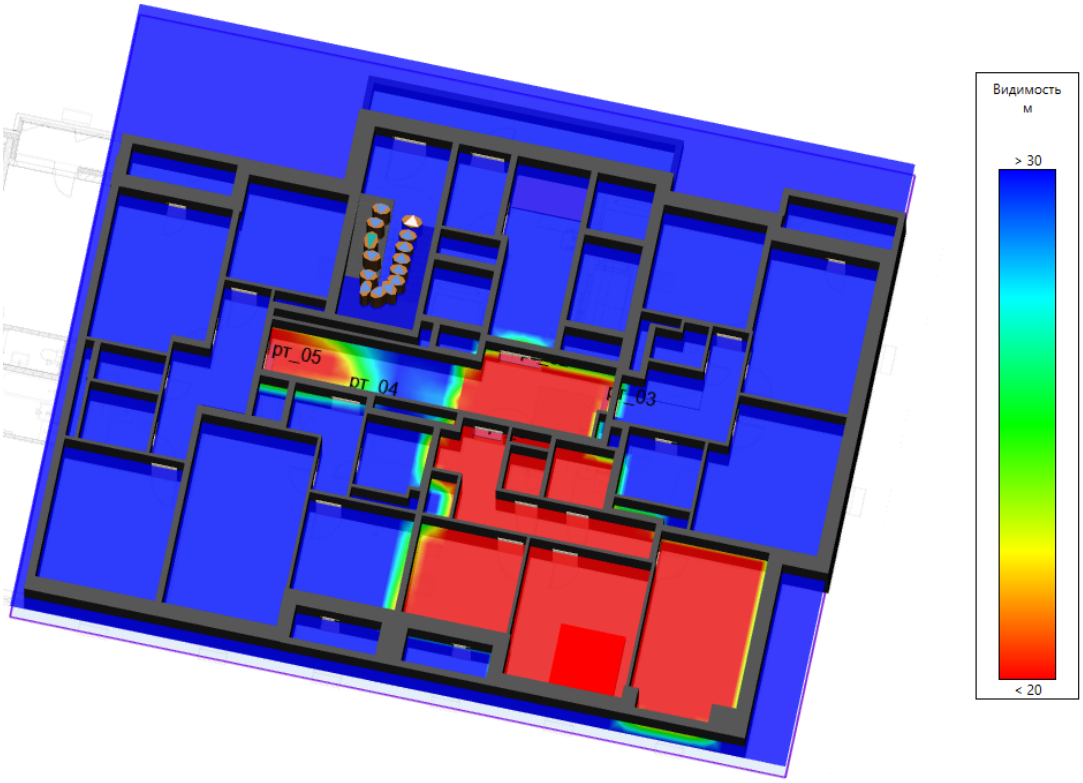


Рисунок 52 – Компьютерная 3D модель 5-го этажа с предполагаемой поверхностью горения и нанесенными расчётными точками (плотность дыма на момент наступления ОФП до рт_04 – 5 мин.10 сек.)

$R_n = V_л \cdot t_{св}$- расстояние (радиус), на которое распространится фронт за $t_{св}$.

При круговом распространении пламени $S = \pi \cdot r^2$.

При прямоугольном распространении пламени $S = a \cdot b$.

Исходя из максимального времени эвакуации с этажа пожара 3,09 мин, принимаем время свободного горения с учетом коэффициента запаса 3,86 мин.

$$R_n = 0{,}0045 \frac{м}{с} \cdot 231{,}5\ сек. = 1{,}04 м$$

$$S = 3{,}14 \cdot 1{,}04^2 = 3{,}39 м^2$$

Параметры горючей нагрузки (Жилые помещения гостиниц, общежитий и т.д.), использовавшейся при моделировании представлены в таблице ниже.

Таблица 17

Параметр	Единица измерения	Значение
Низшая теплота сгорания	кДж/кг	13800
Линейная скорость распространения пламени	м/с	0,0045
Удельная массовая скорость выгорания	кг/(м² · с)	0,0145
Коэффициент полноты сгорания	—	0,93
Удельная мощность	кВт/м²	186,093
Дымообразующая способность	Нп · м²/кг	270
Потребление кислорода (O_2)	кг/кг	1,03
Выделение углекислого газа (CO_2)	кг/кг	0,203
Выделение угарного газа (CO)	кг/кг	0,0022
Выделение хлористого водорода (HCl)	кг/кг	0,014

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

Таблица 18

Расположение	Наименование	Время блокирования по каждому ОФП, с						
		Температура	Видимость	O_2	CO_2	CO	HCl	Тепловой поток
Этаж 5								
Помещение 142	рт_02	>600	280,2	>600	>600	>600	360,1	>600
	рт_03	>600	273,7	>600	>600	>600	346,2	>600
	рт_04	>600	310,9	>600	>600	>600	387,7	>600
	рт_05	>600	294,7	>600	>600	>600	369,1	>600
Помещение 147	рт_01	>600	87,1	>600	>600	>600	105	>600

Ниже представлены графики изменения опасных факторов пожара для регистраторов:

рт_01

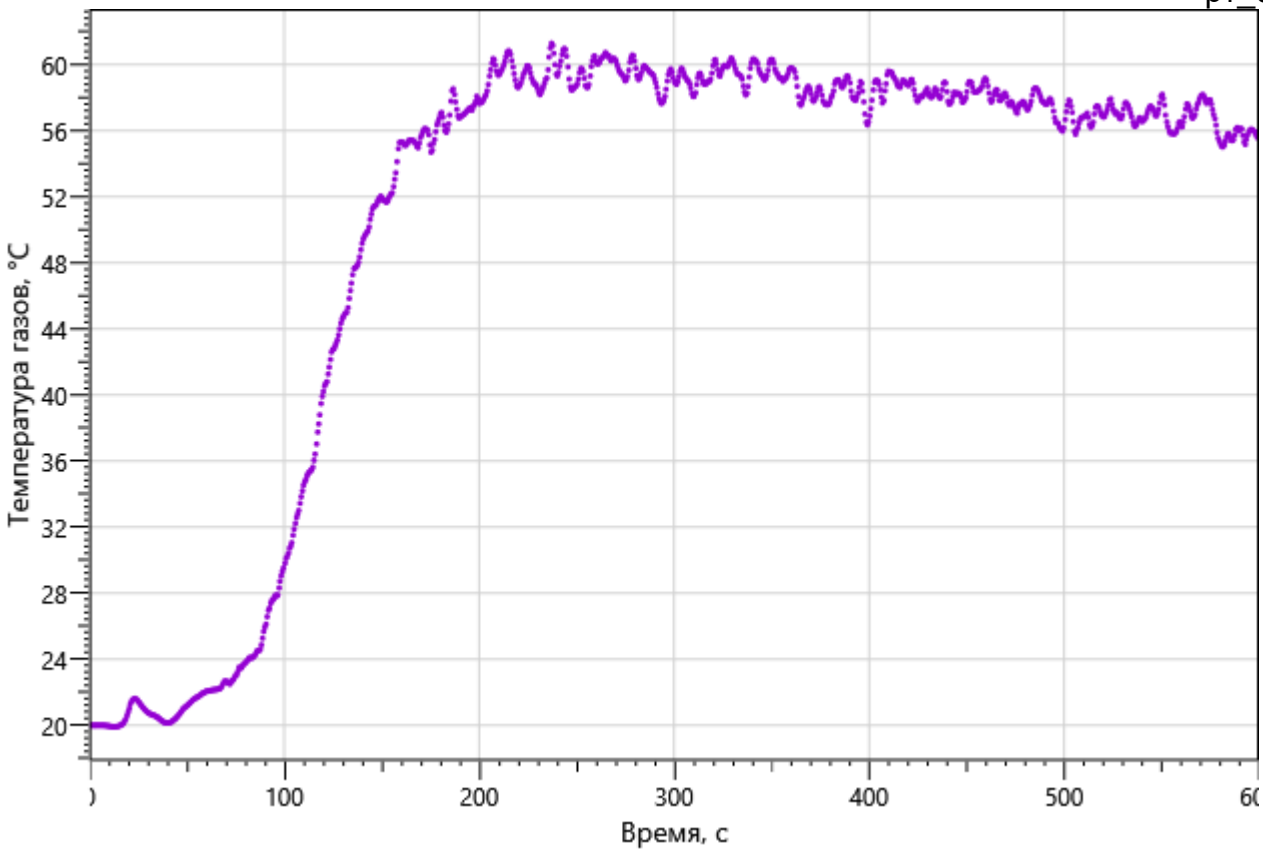


Рисунок 53 – Зависимость температуры от длительности пожара

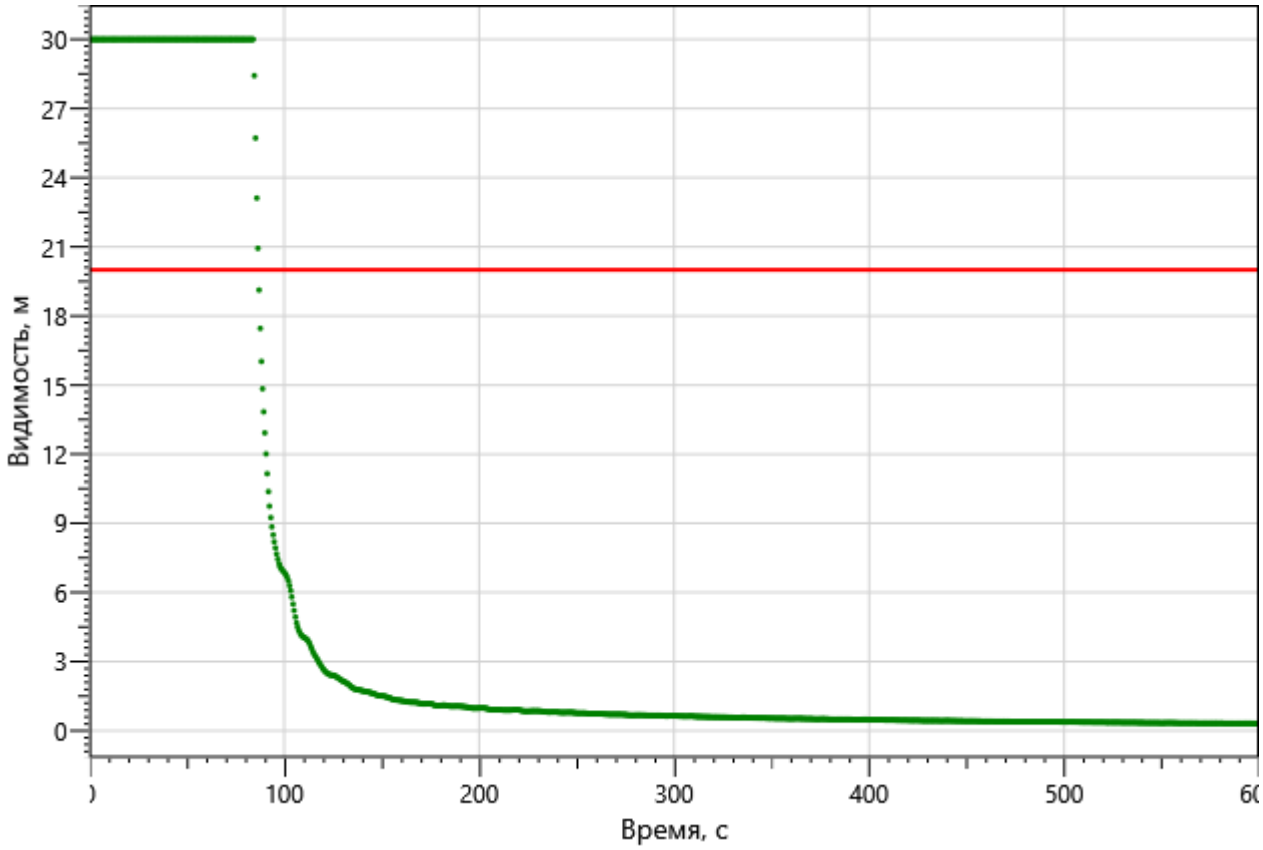


Рисунок 54 – Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

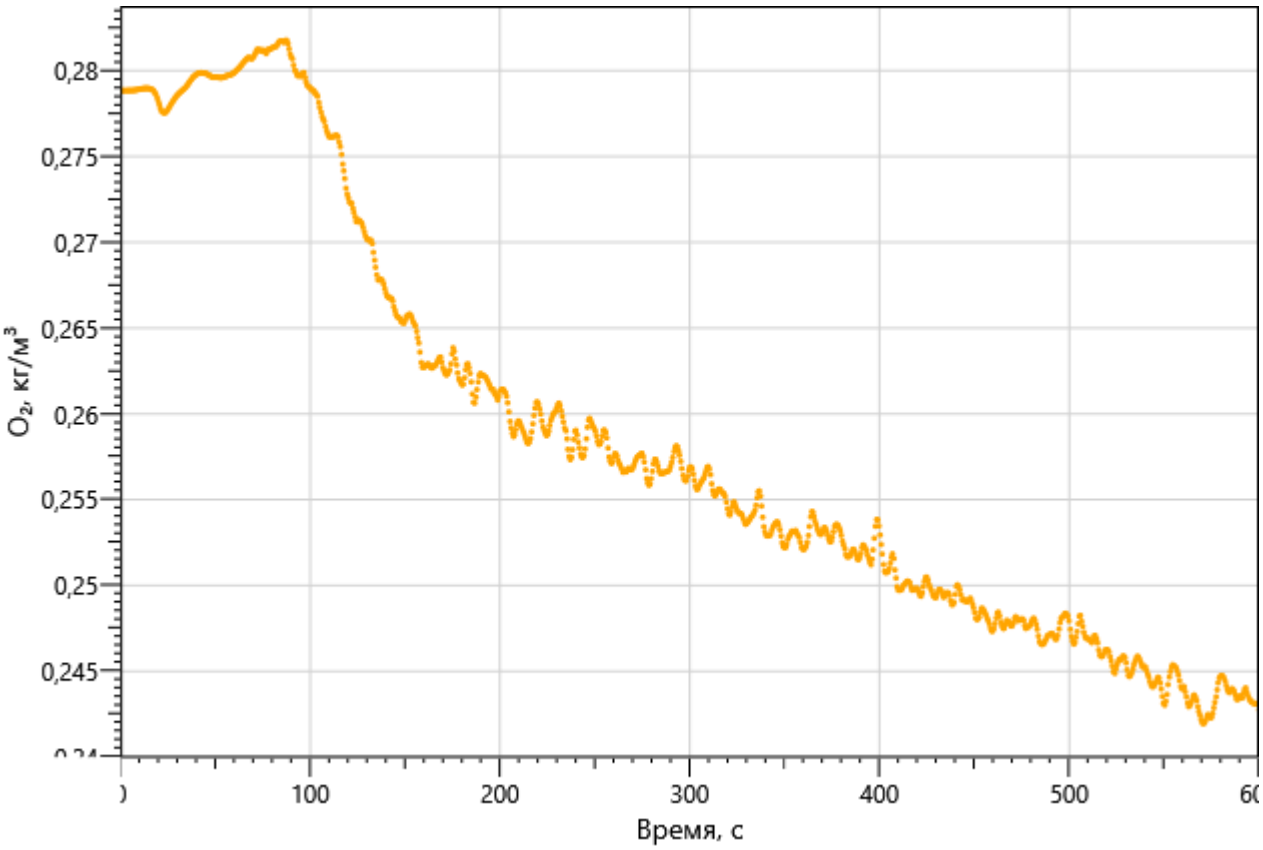


Рисунок 55 – Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

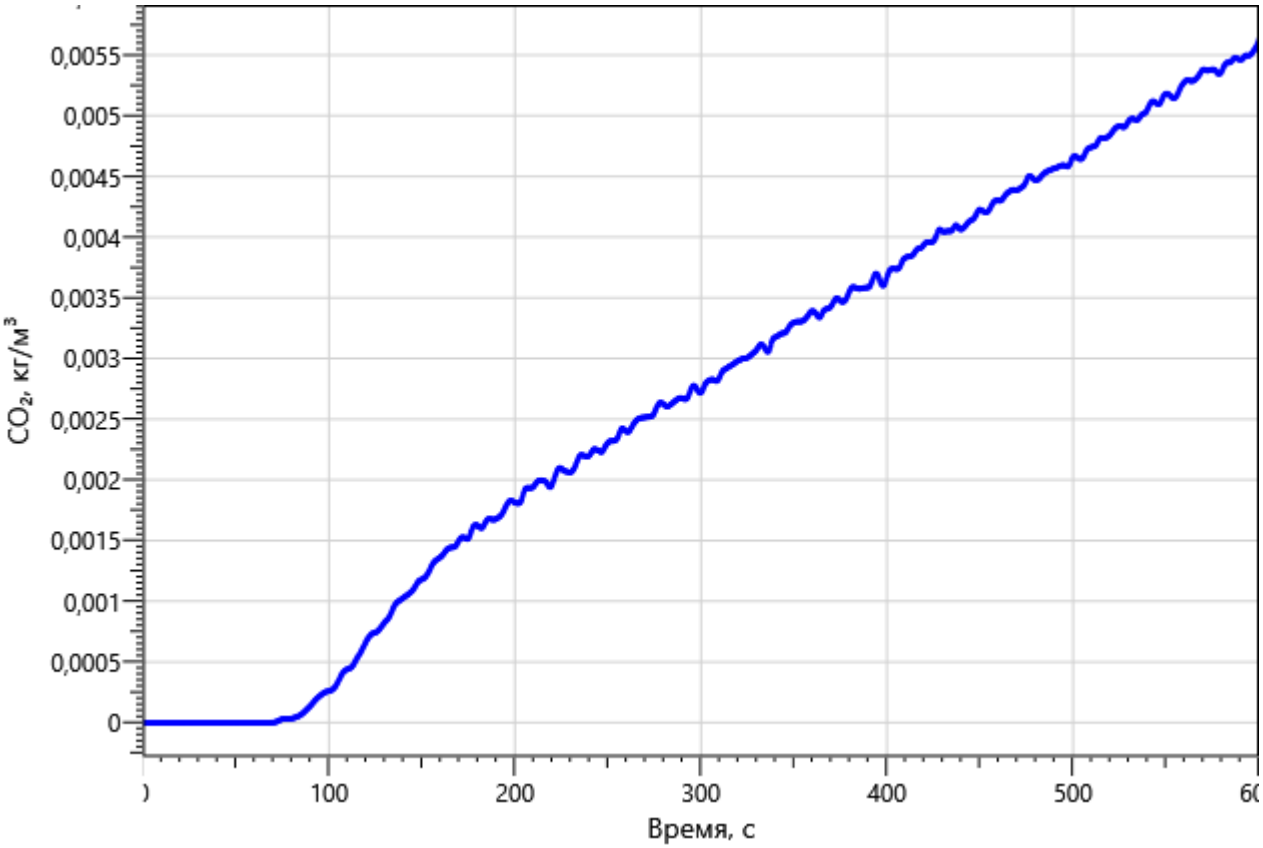


Рисунок 56 – Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

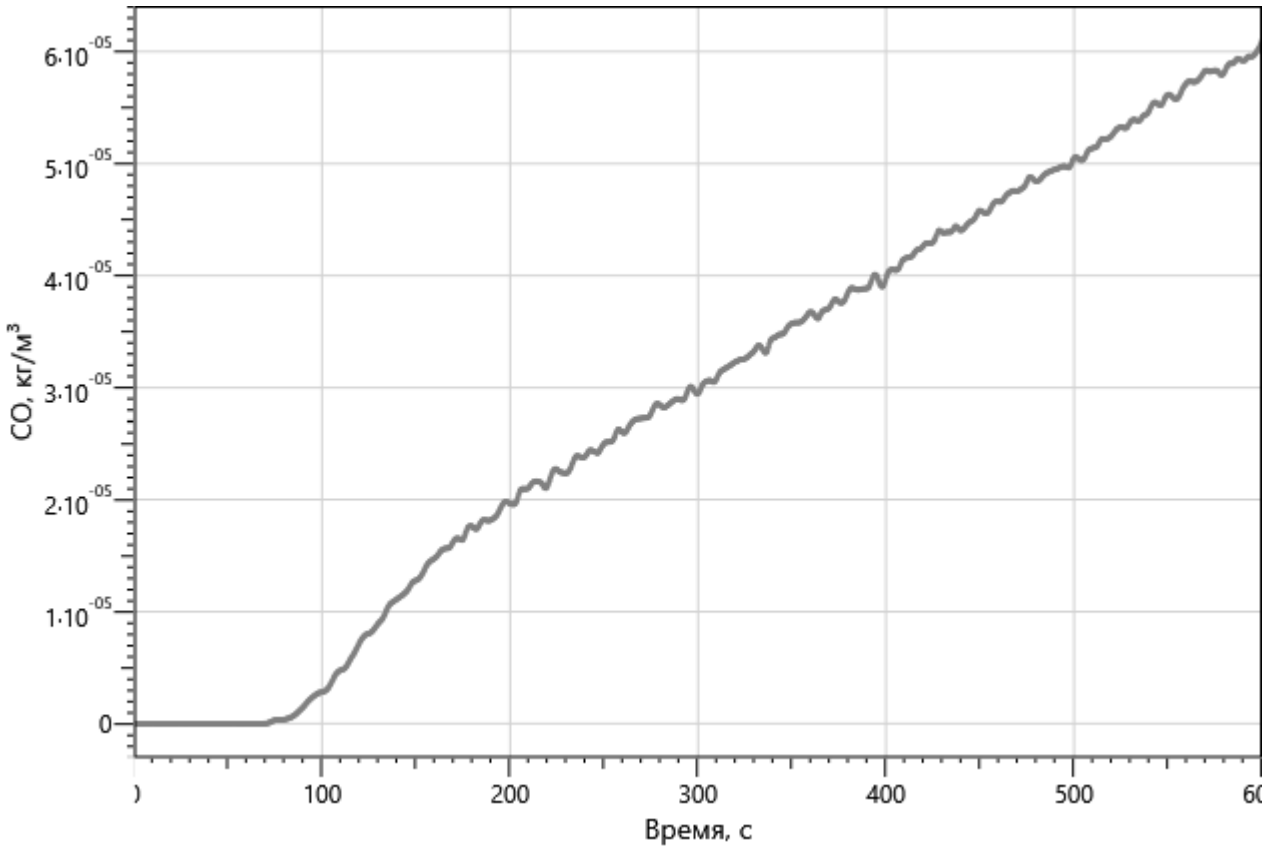


Рисунок 57 – Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

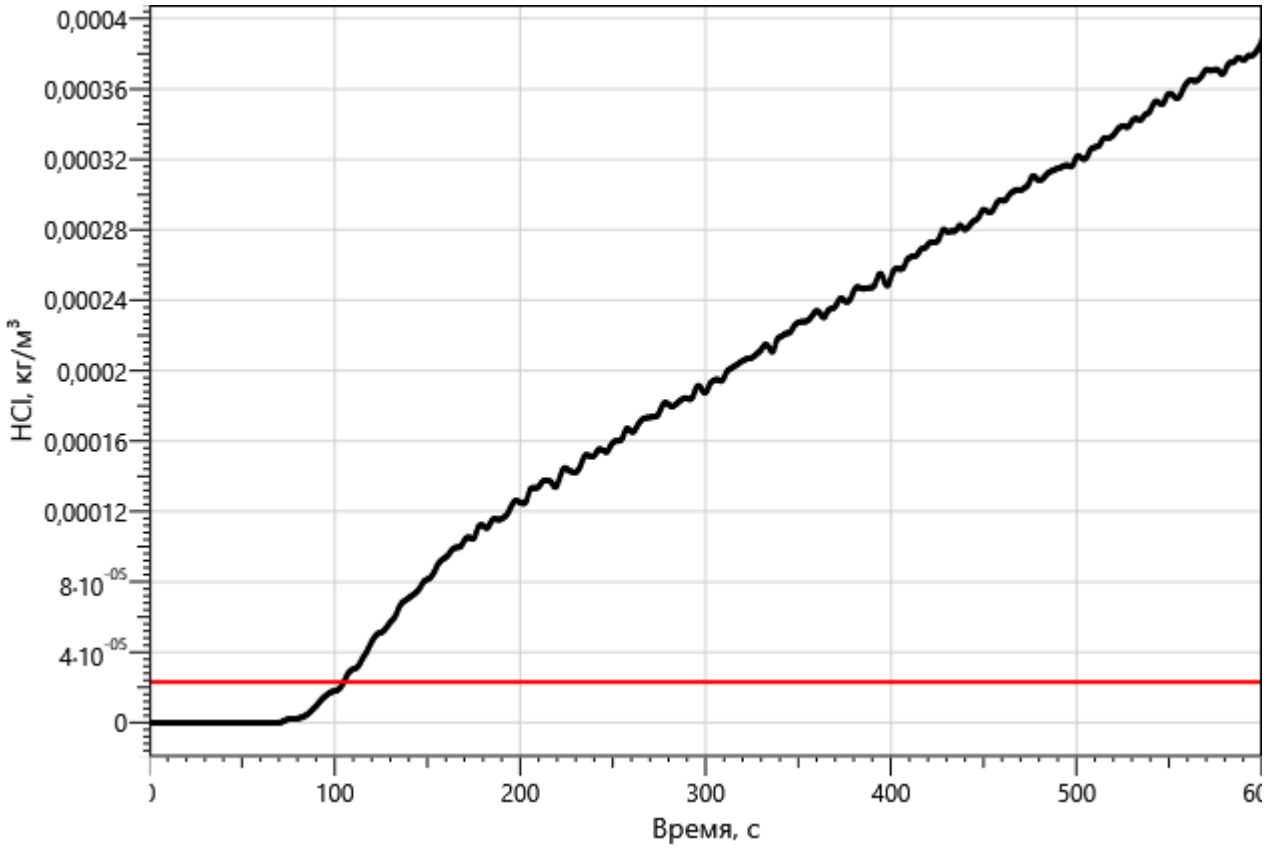


Рисунок 58 – Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

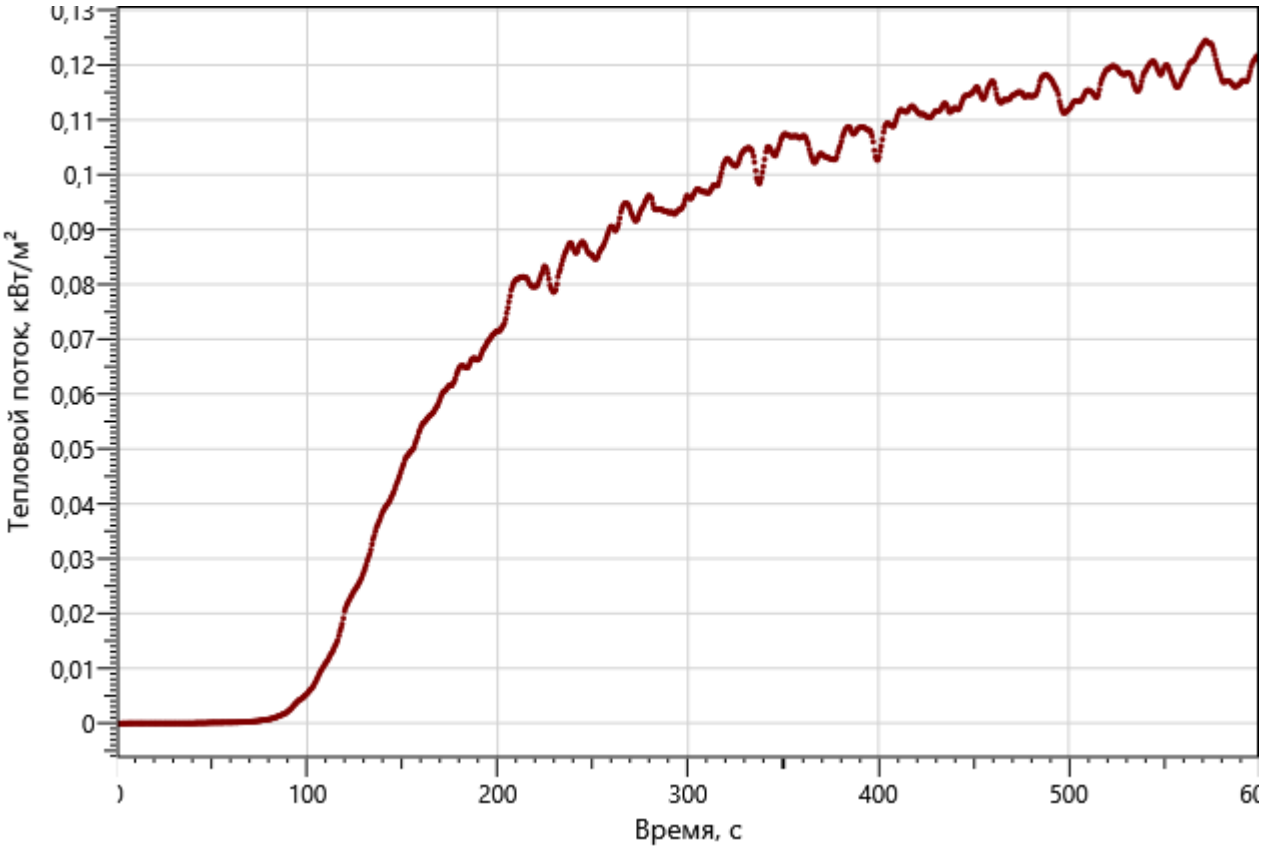


Рисунок 59 – Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

рт_02

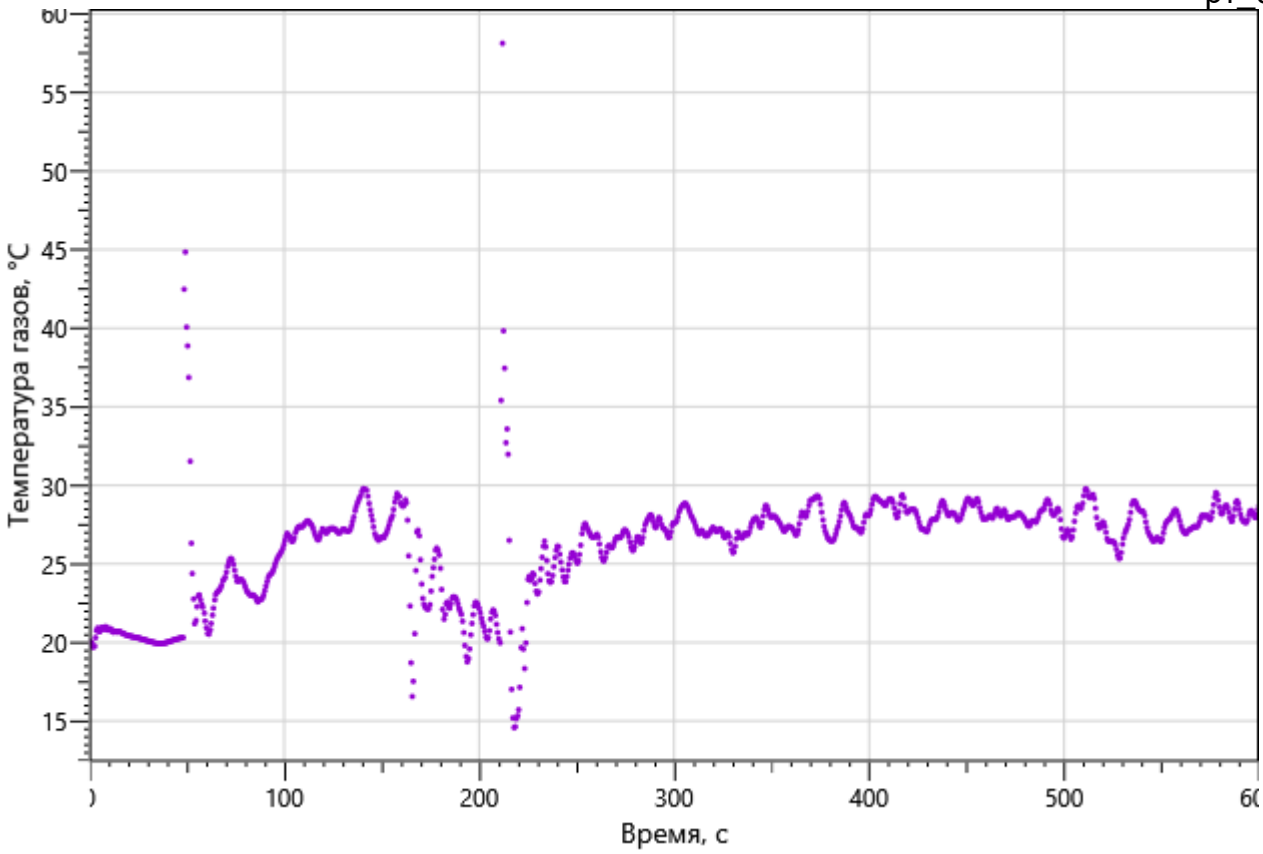


Рисунок 60 – Зависимость температуры от длительности пожара

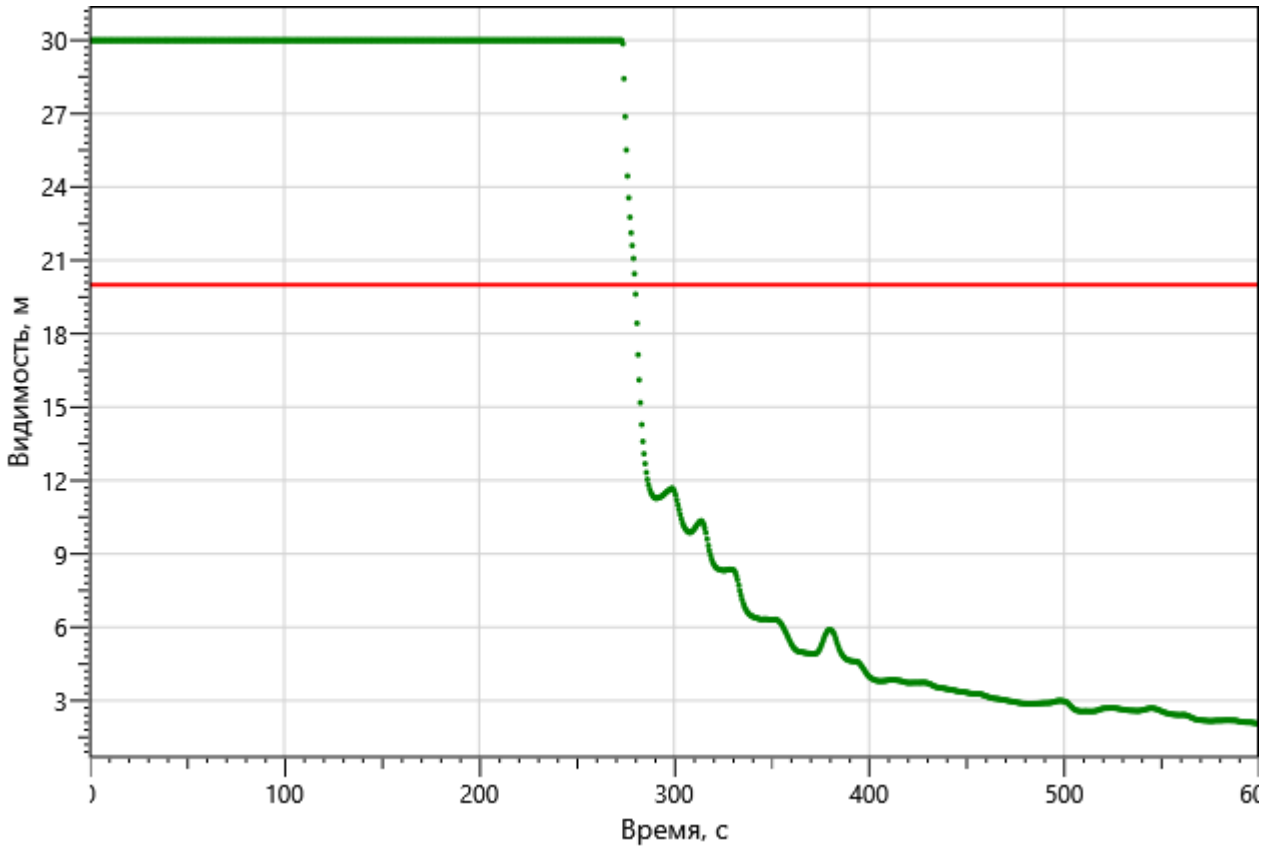


Рисунок 61 – Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

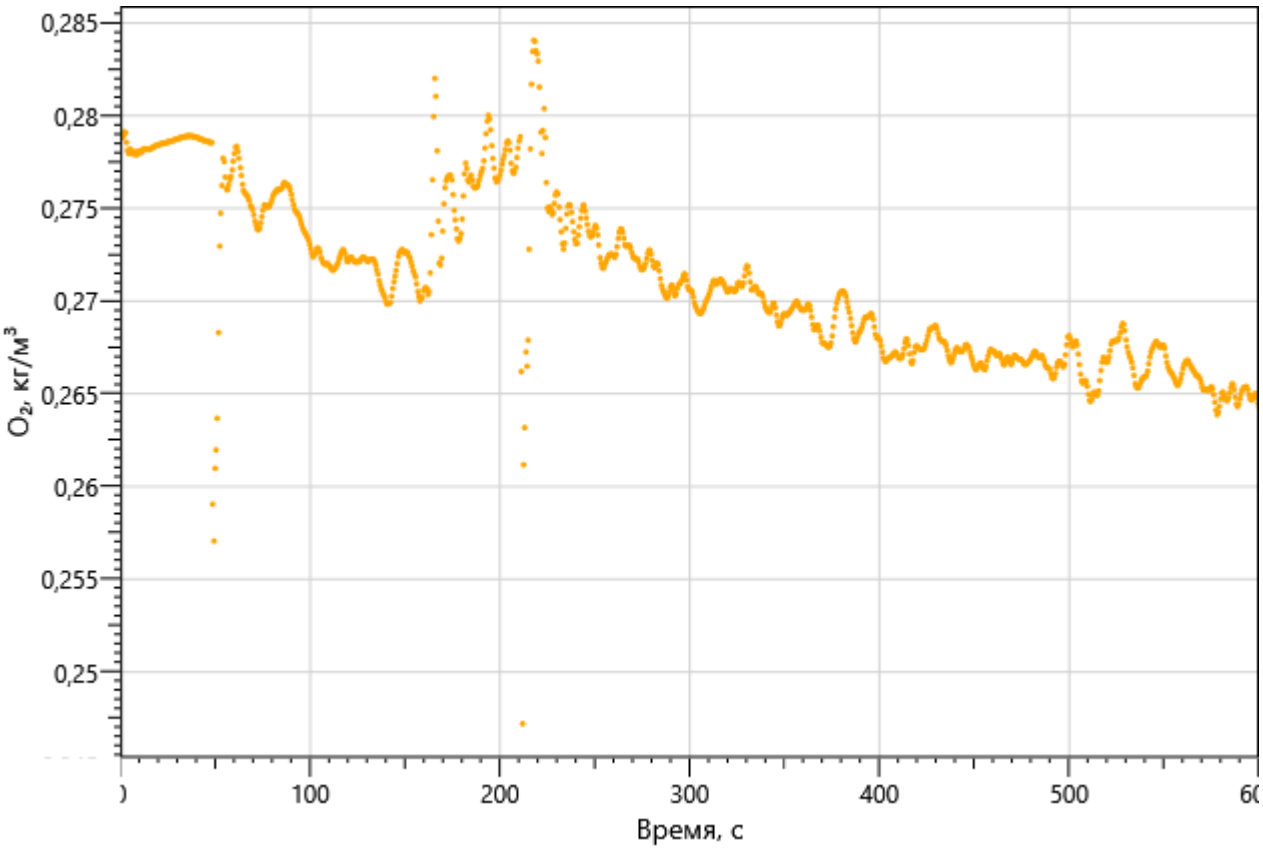


Рисунок 62 – Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

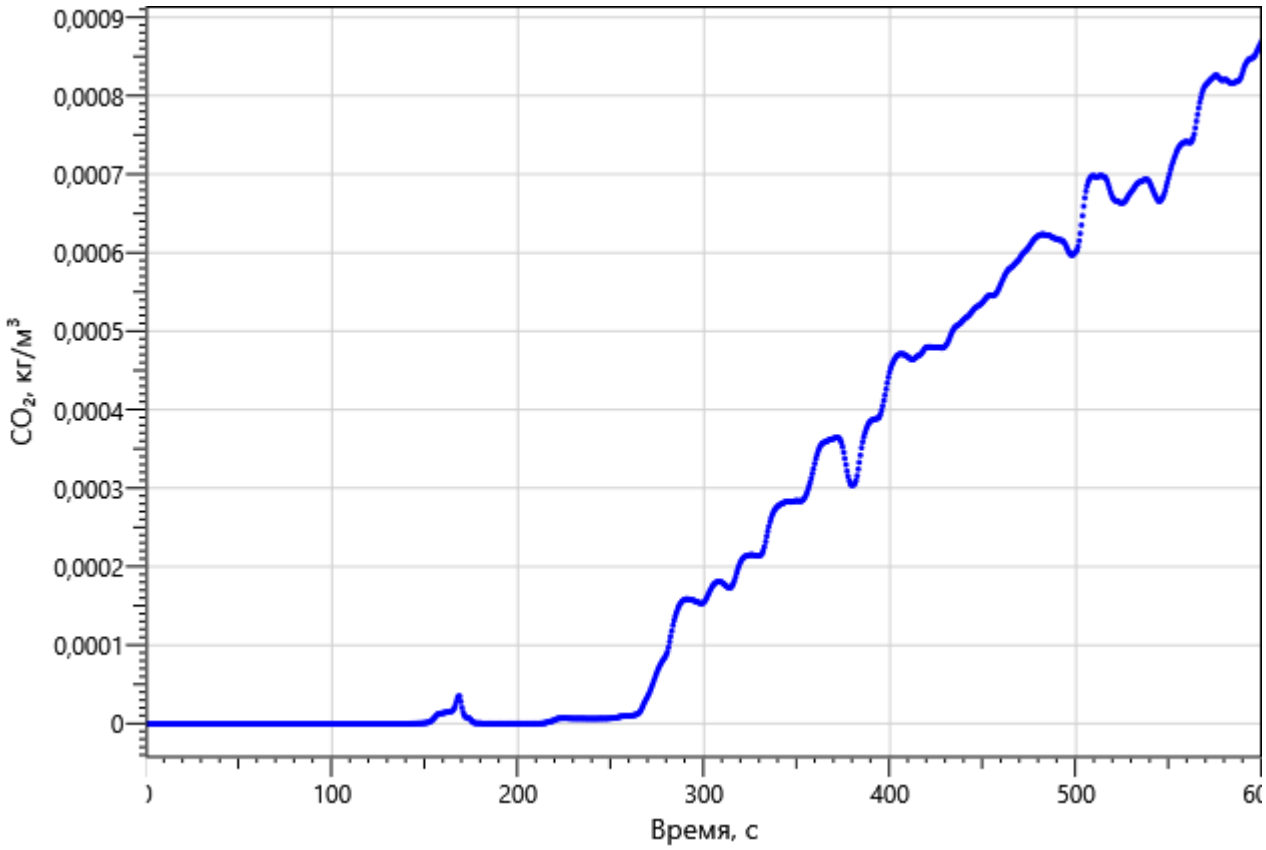


Рисунок 63 – Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

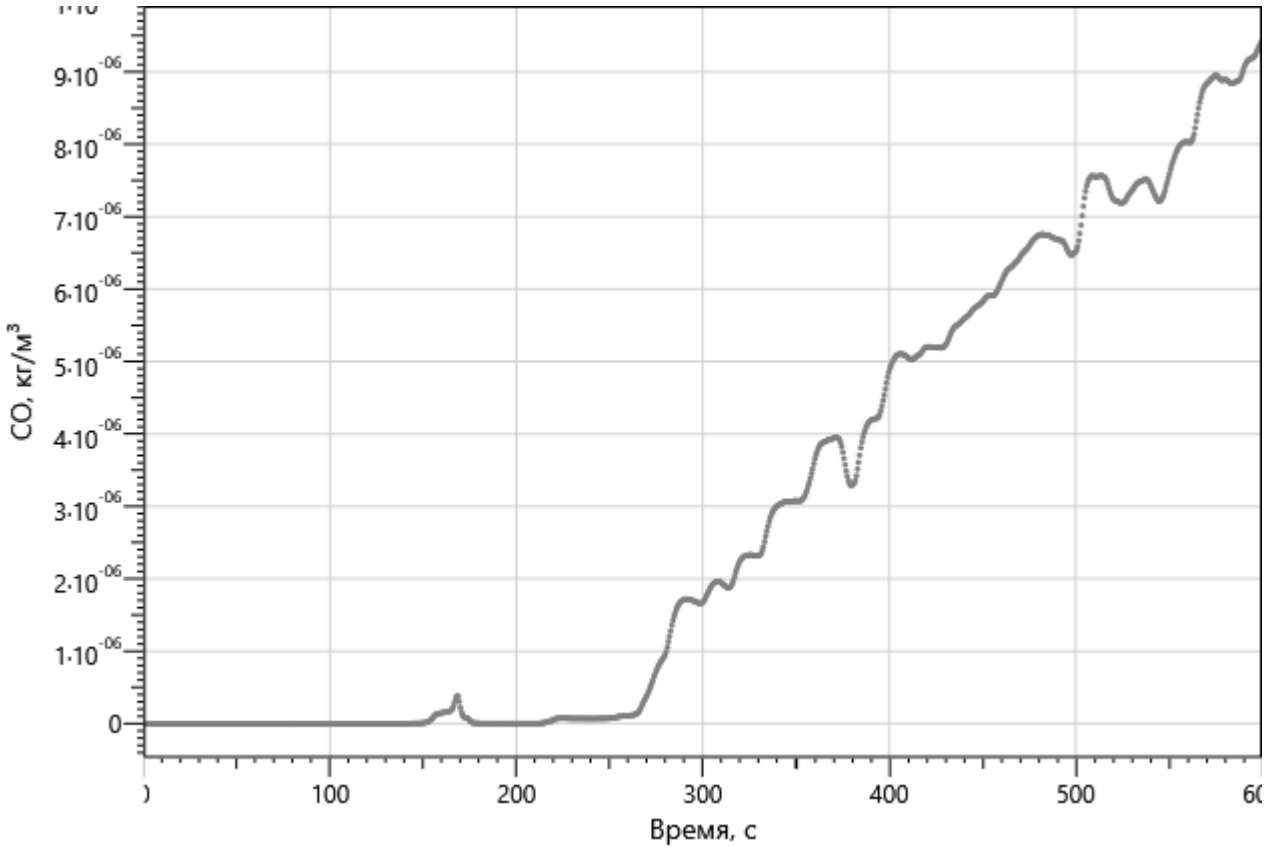


Рисунок 64 – Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

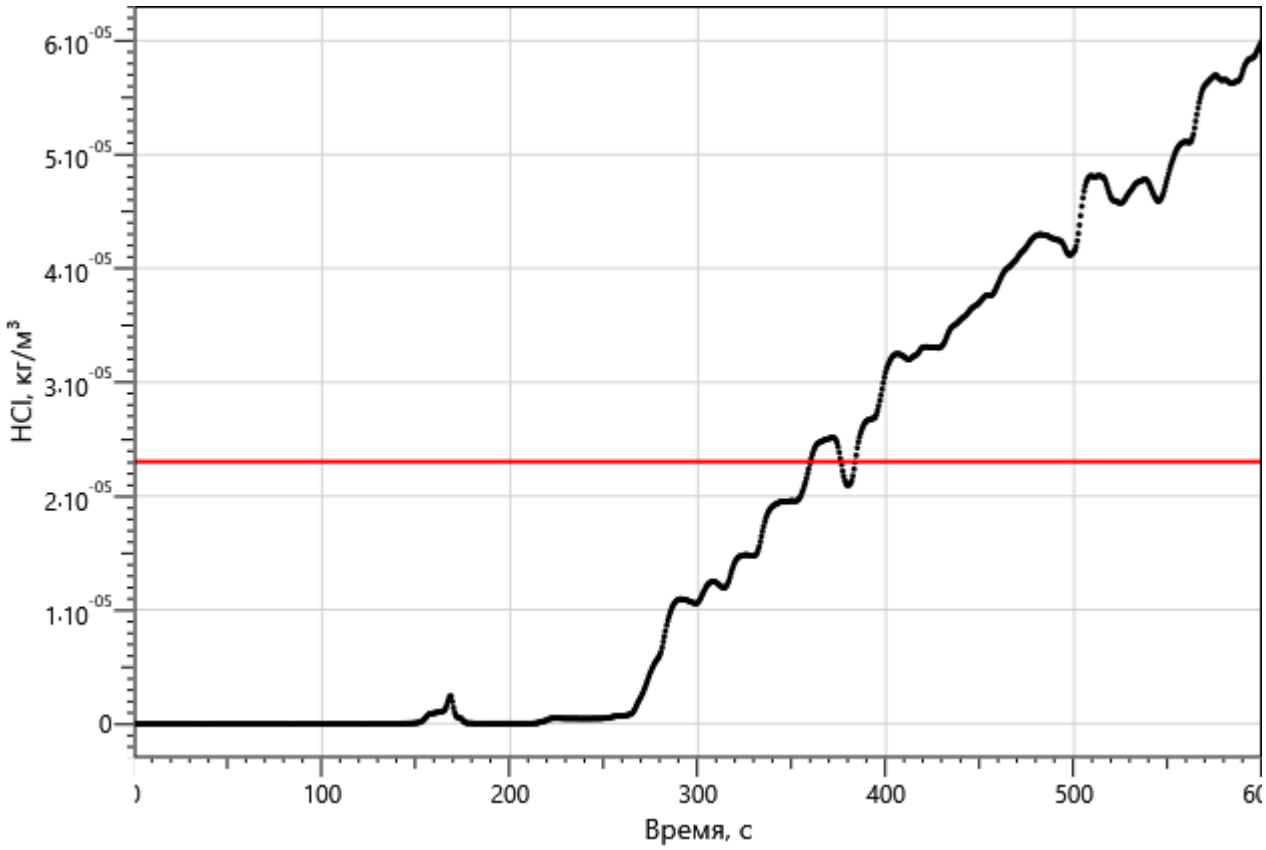


Рисунок 65 – Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

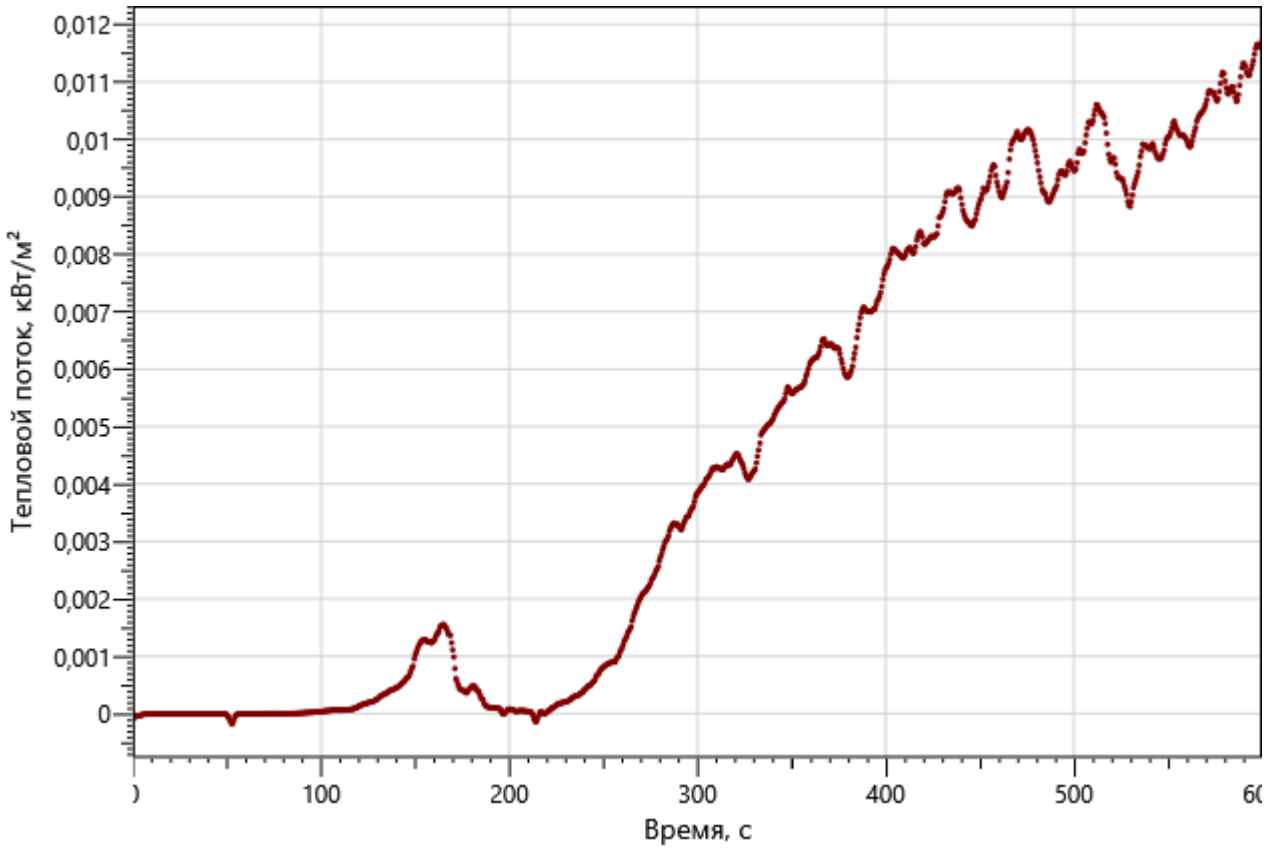


Рисунок 66 – Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

рт_03

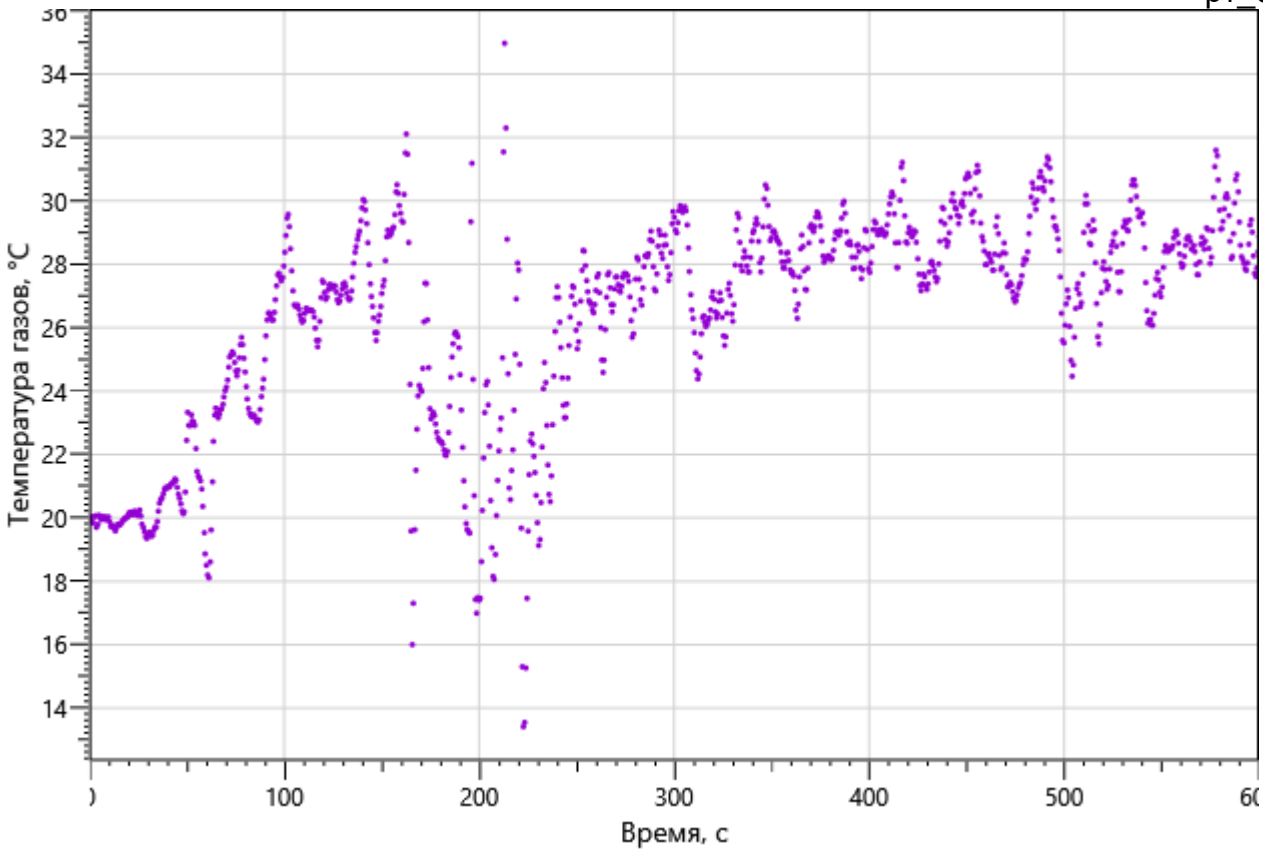


Рисунок 67 – Зависимость температуры от длительности пожара

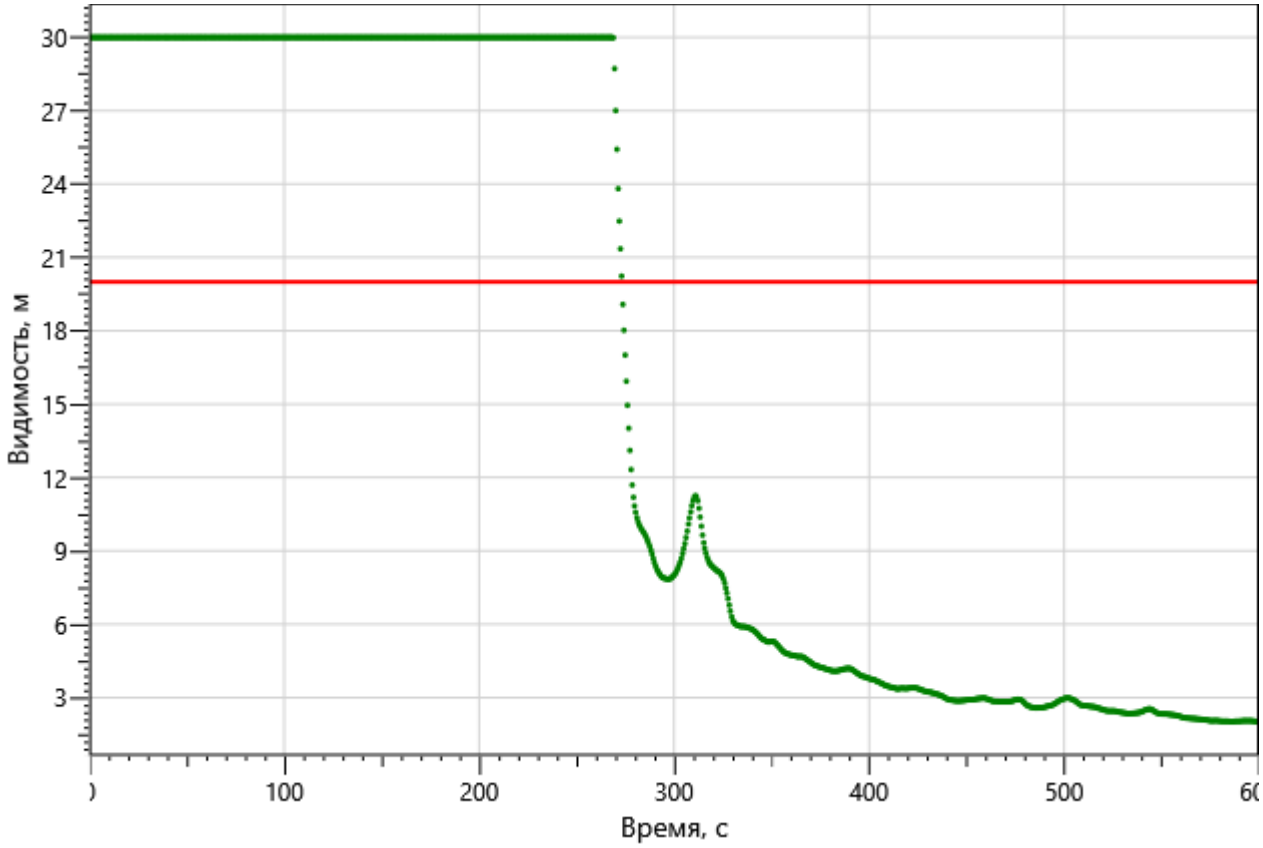


Рисунок 68 – Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

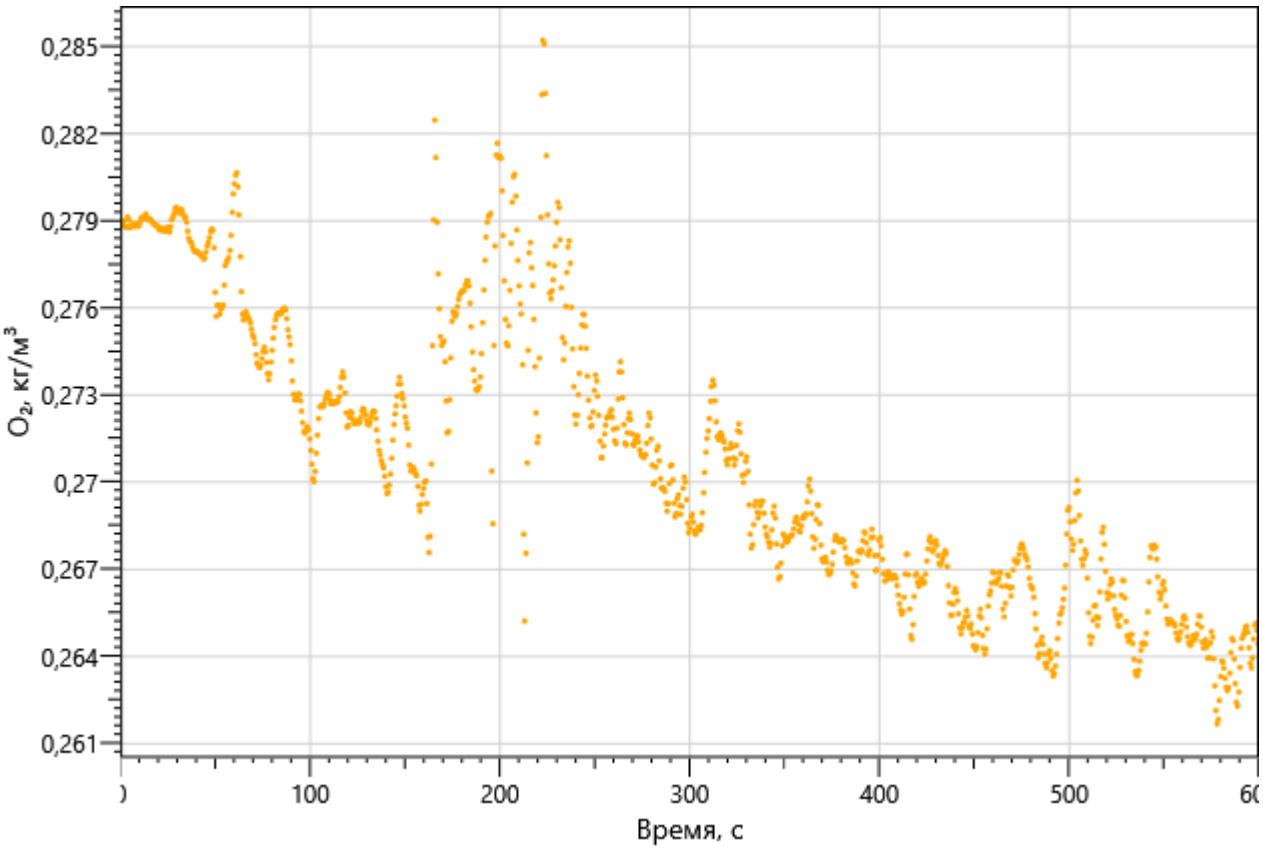


Рисунок 69 – Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

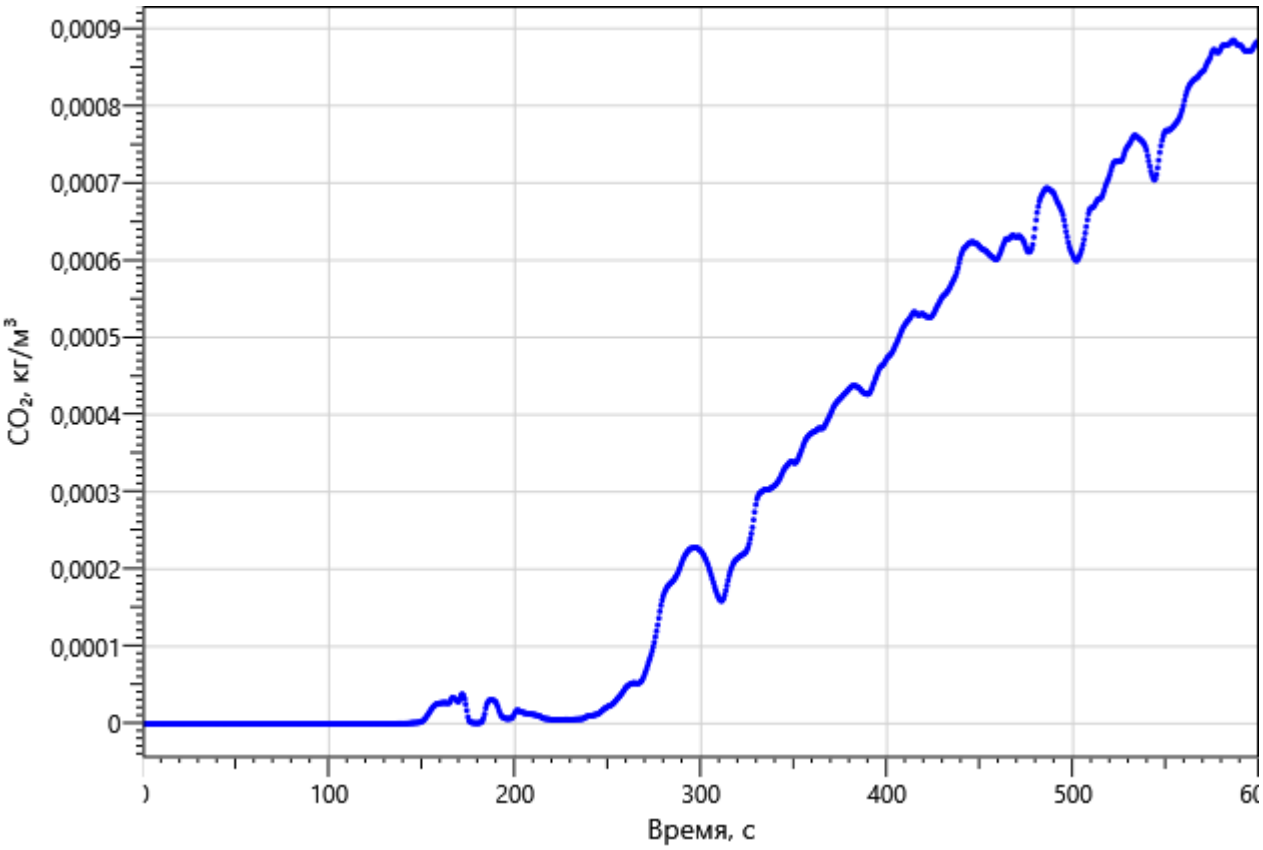


Рисунок 70 – Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

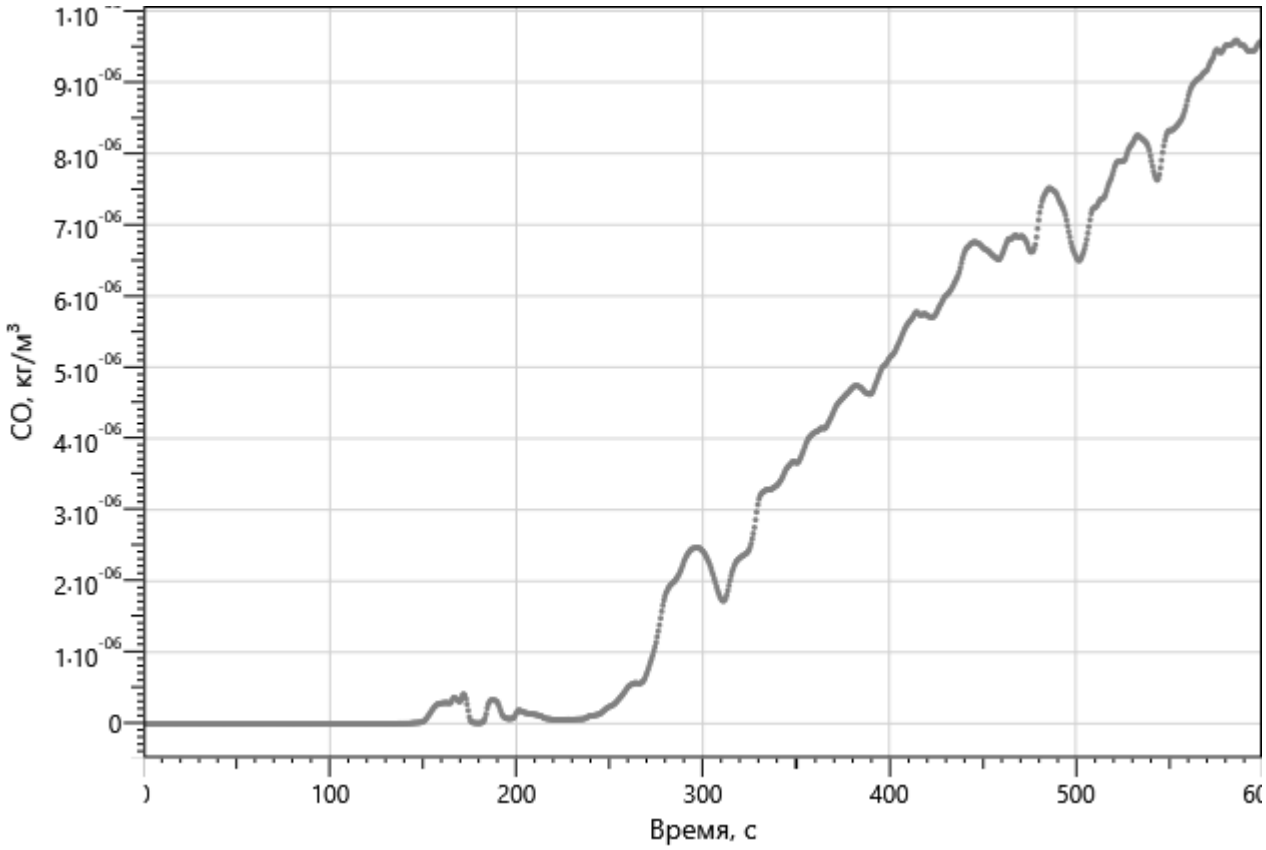


Рисунок 71 – Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

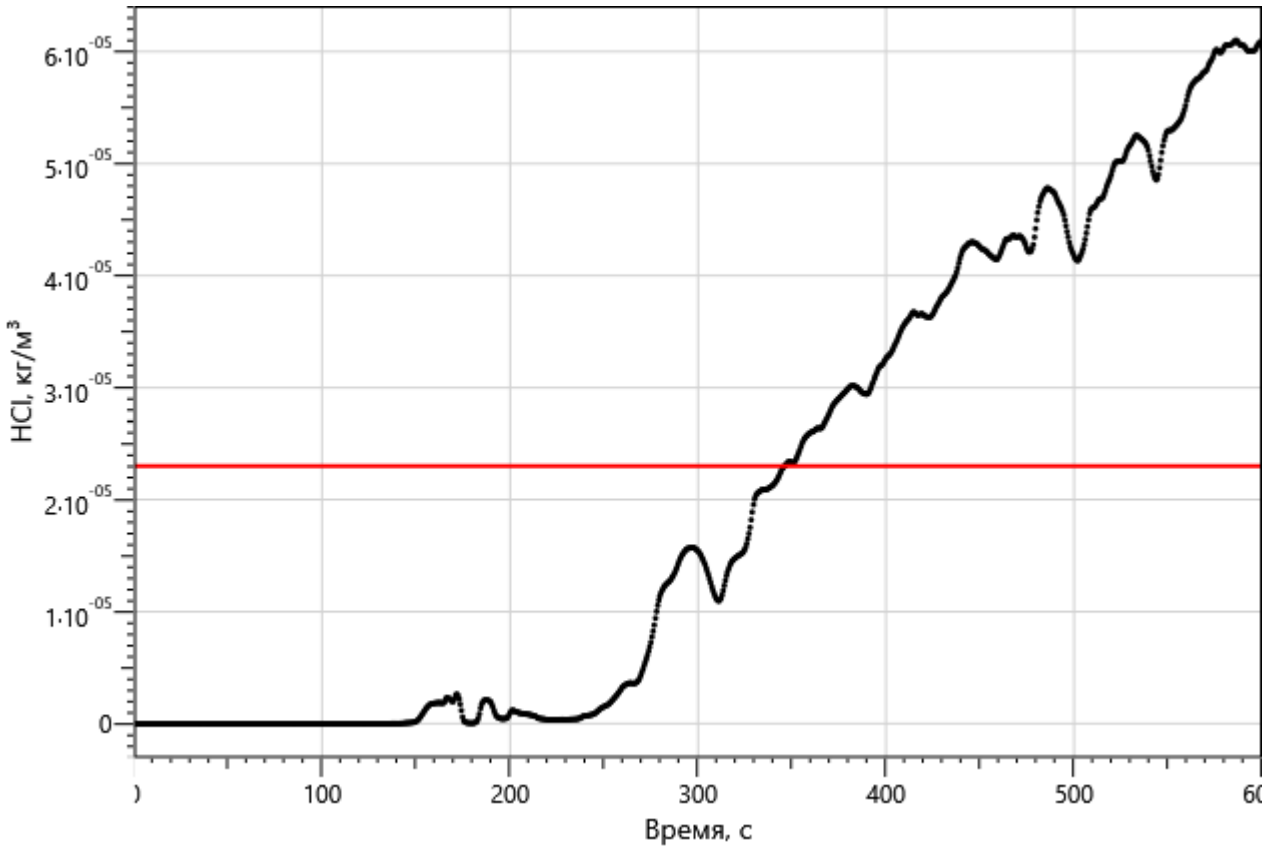


Рисунок 72 – Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

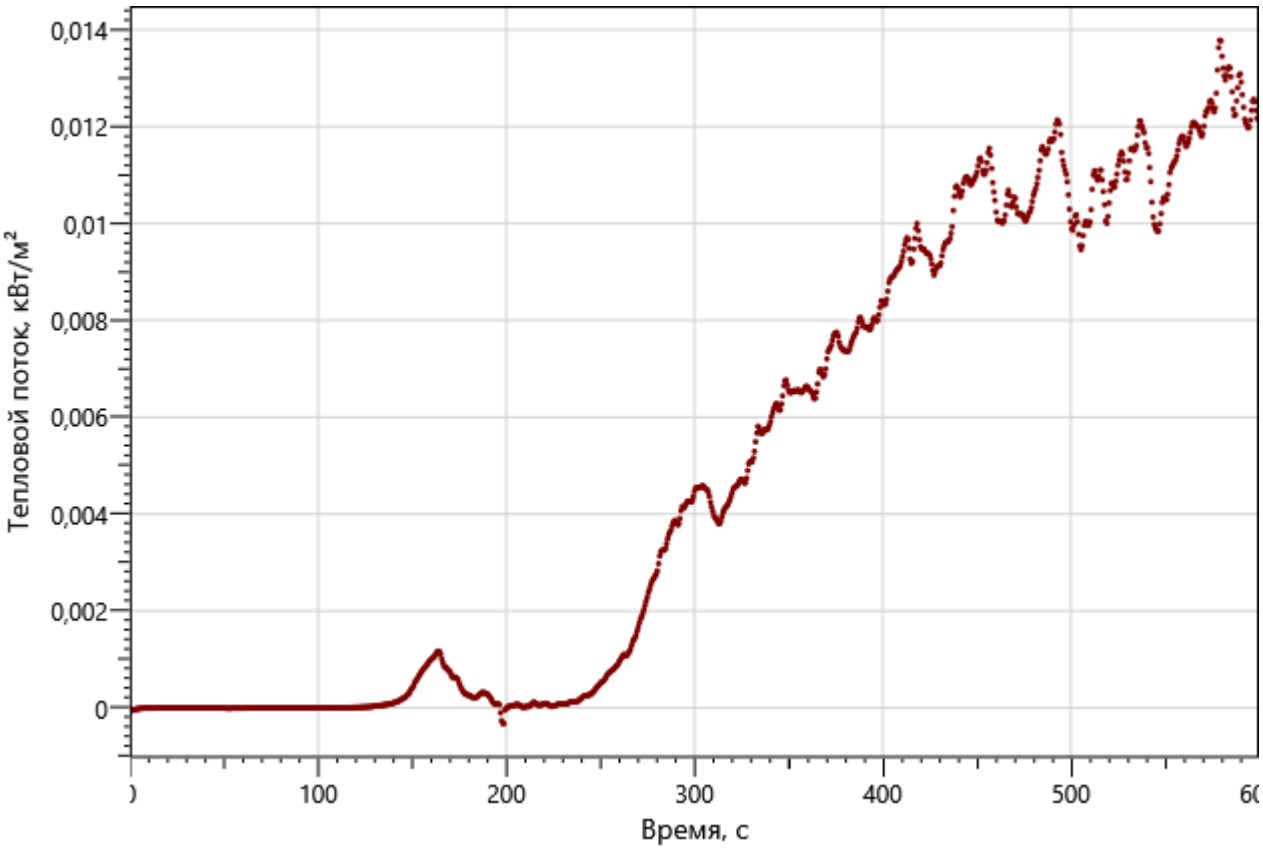


Рисунок 73 – Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

рт_04

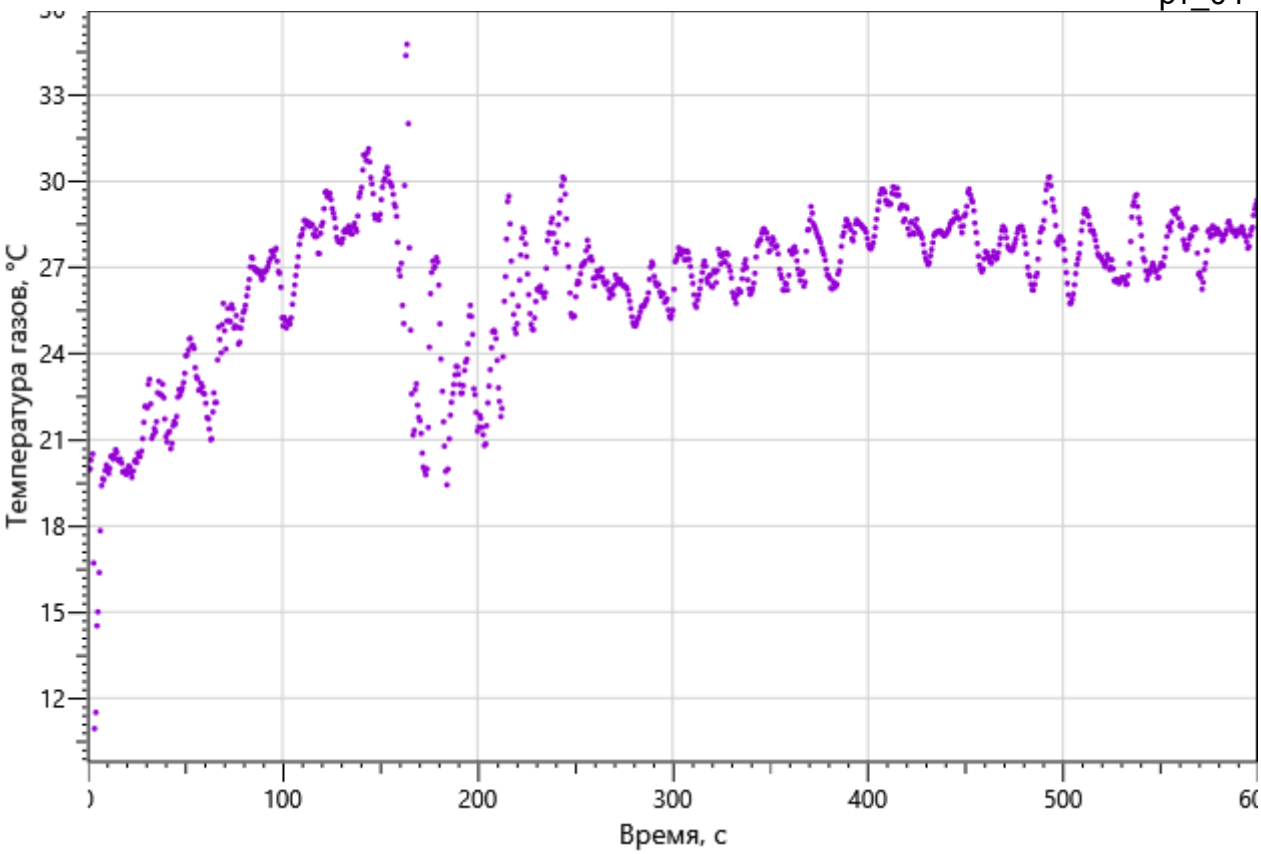


Рисунок 74 – Зависимость температуры от длительности пожара

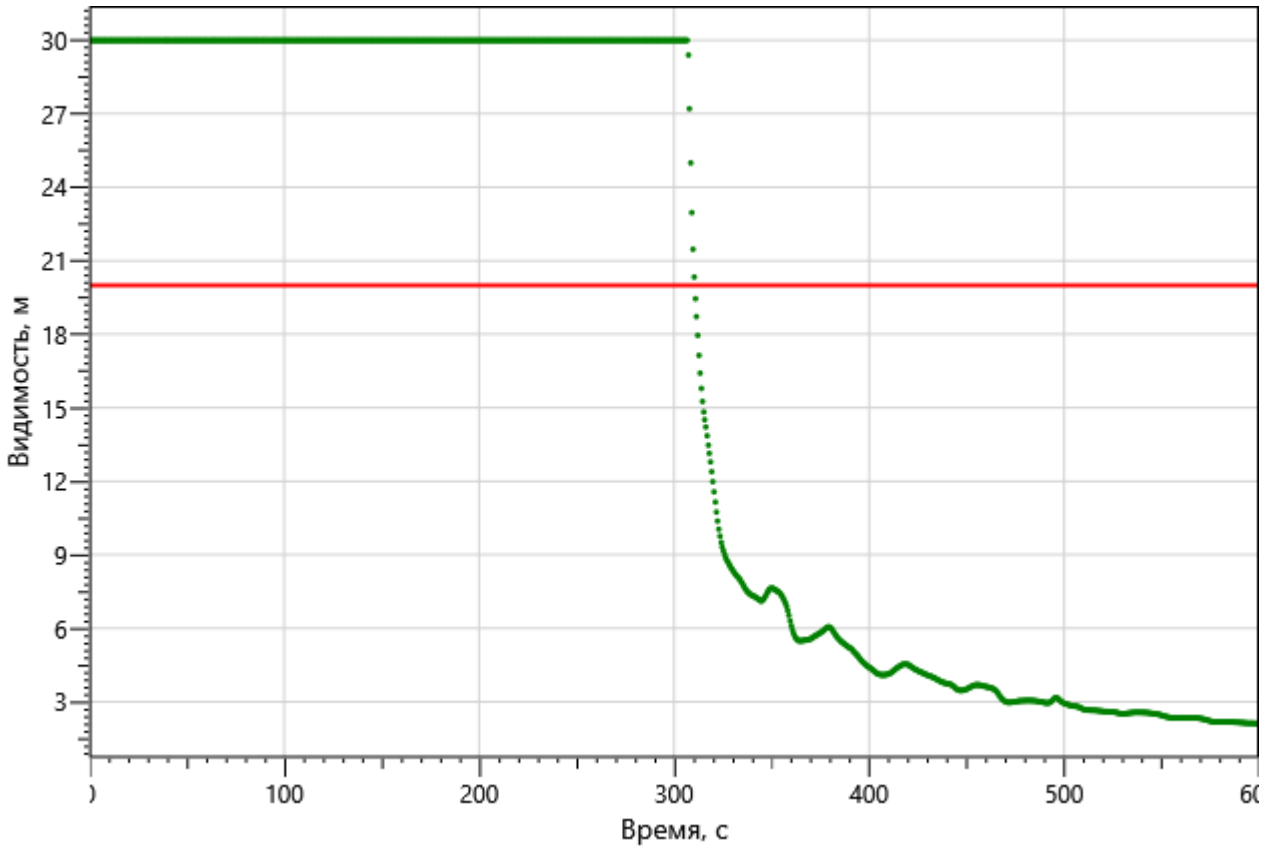


Рисунок 75 – Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

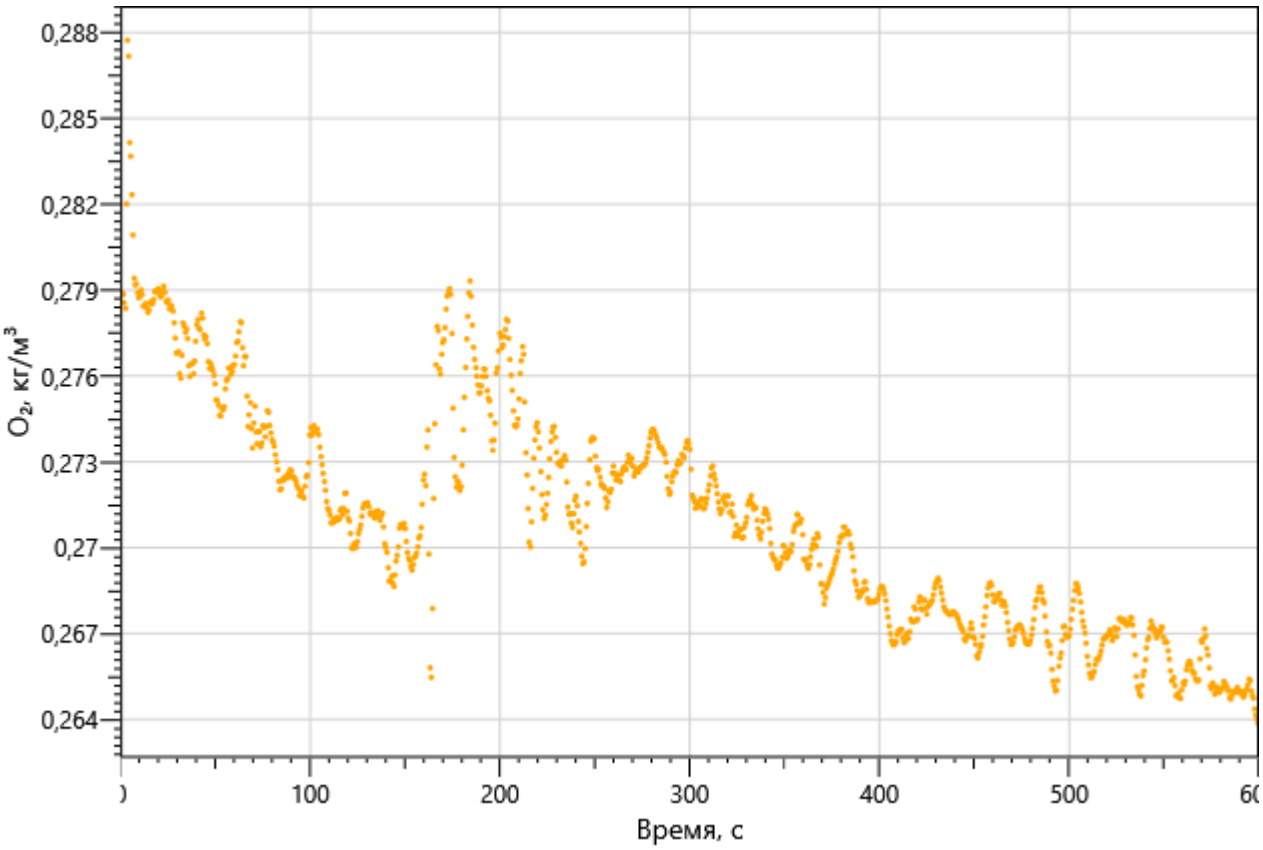


Рисунок 76 – Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

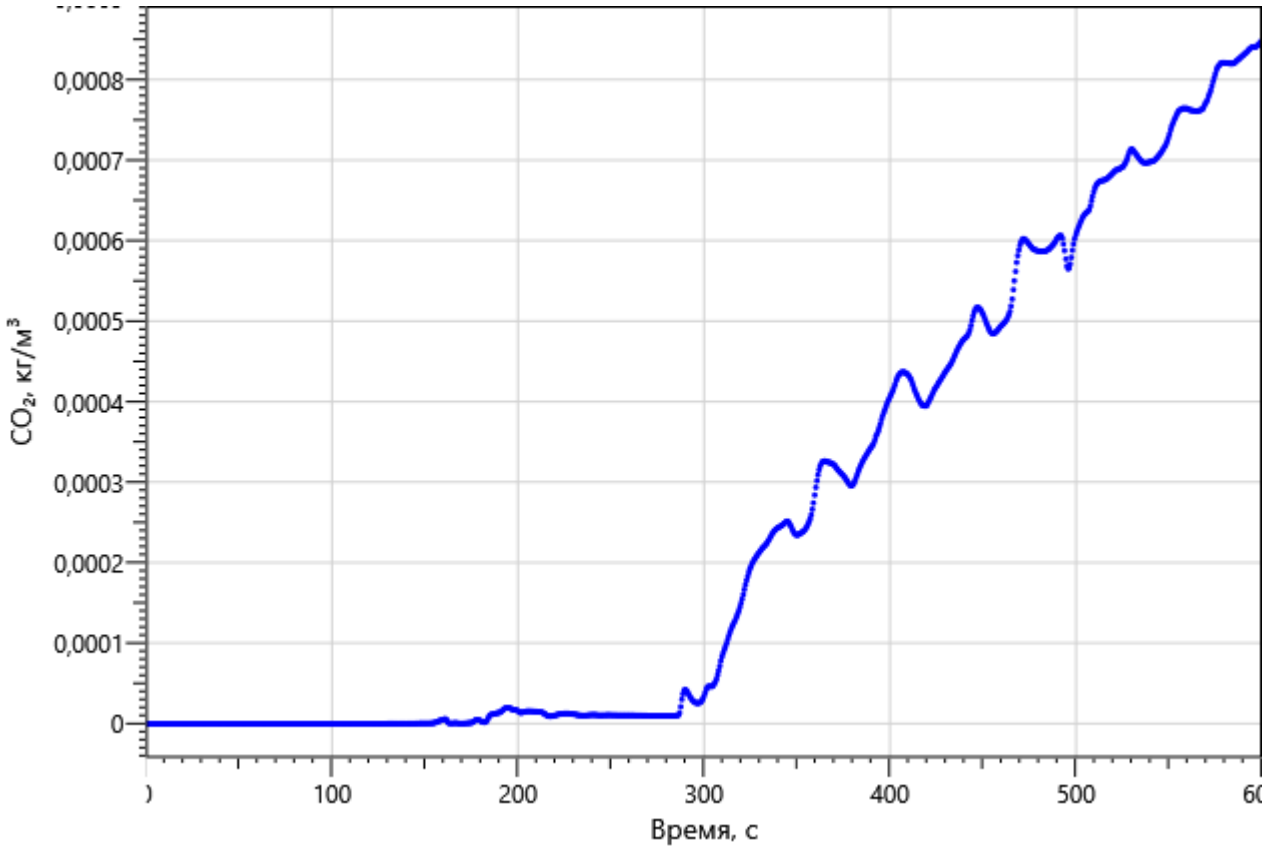


Рисунок 77 – Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

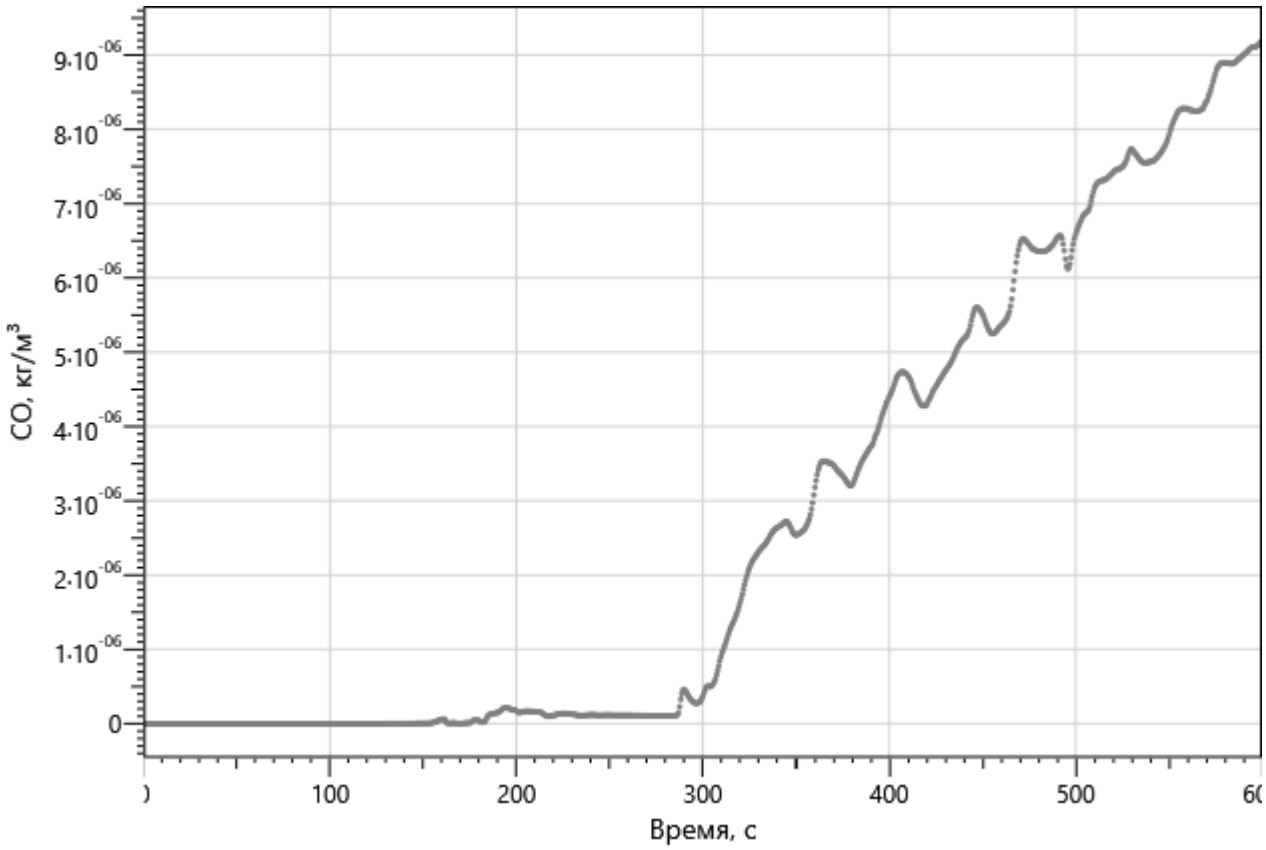


Рисунок 78 – Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

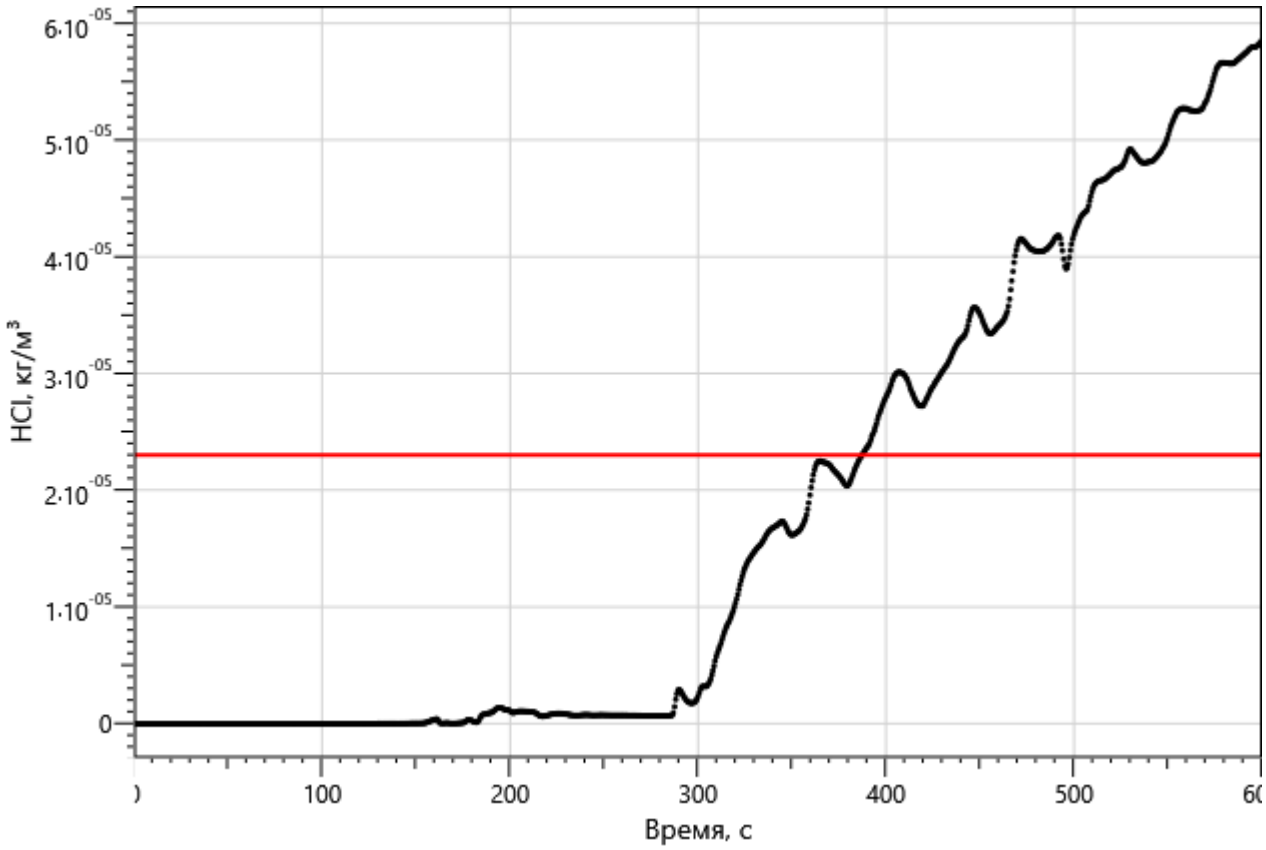


Рисунок 79 – Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

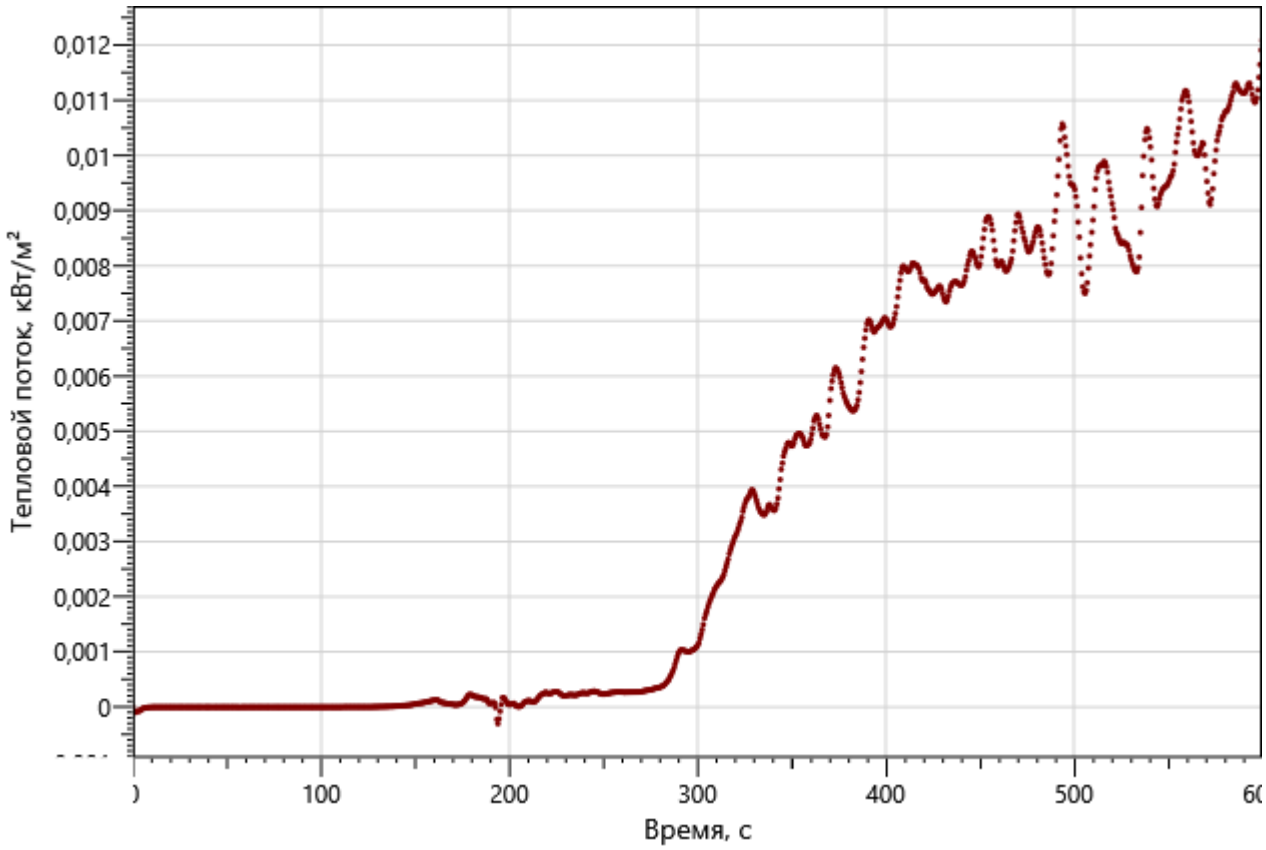


Рисунок 80 – Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

рт_05

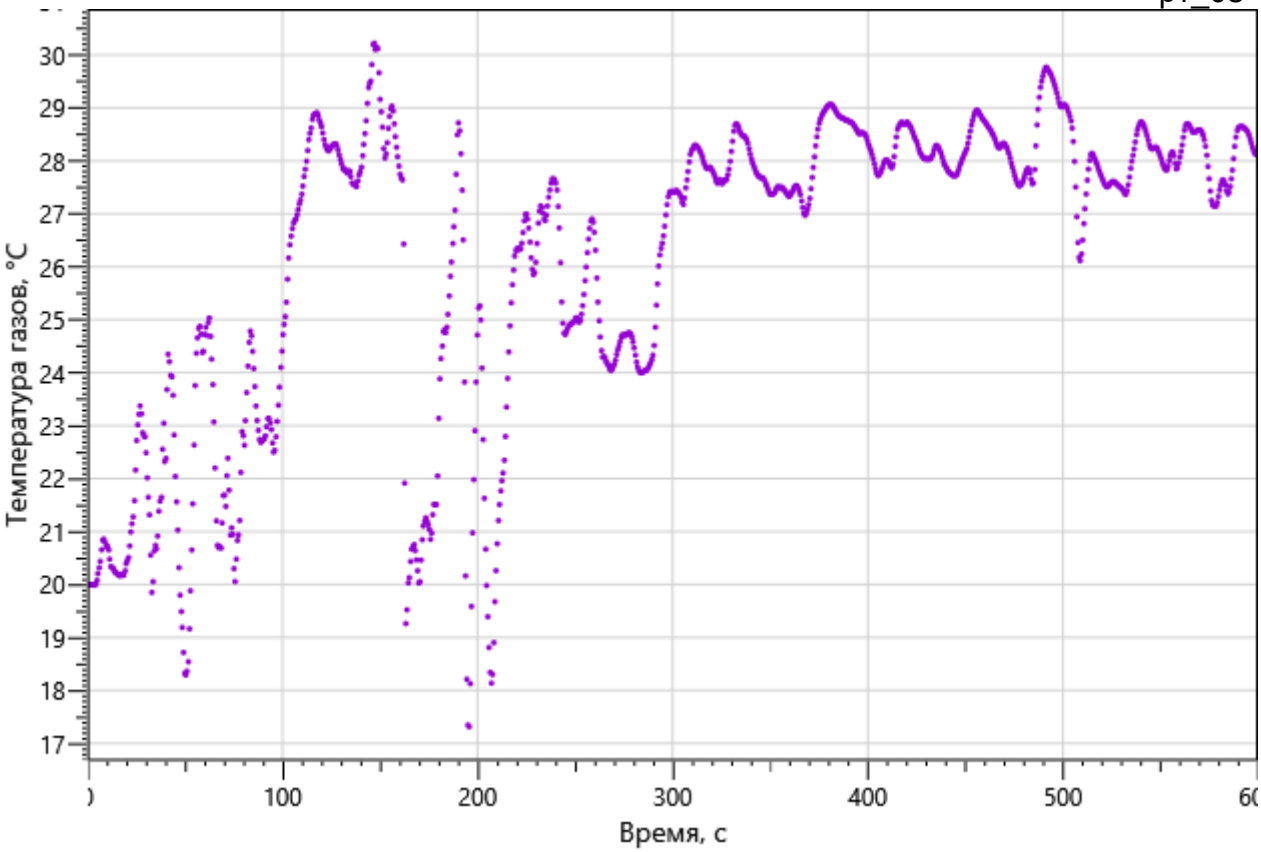


Рисунок 81 – Зависимость температуры от длительности пожара

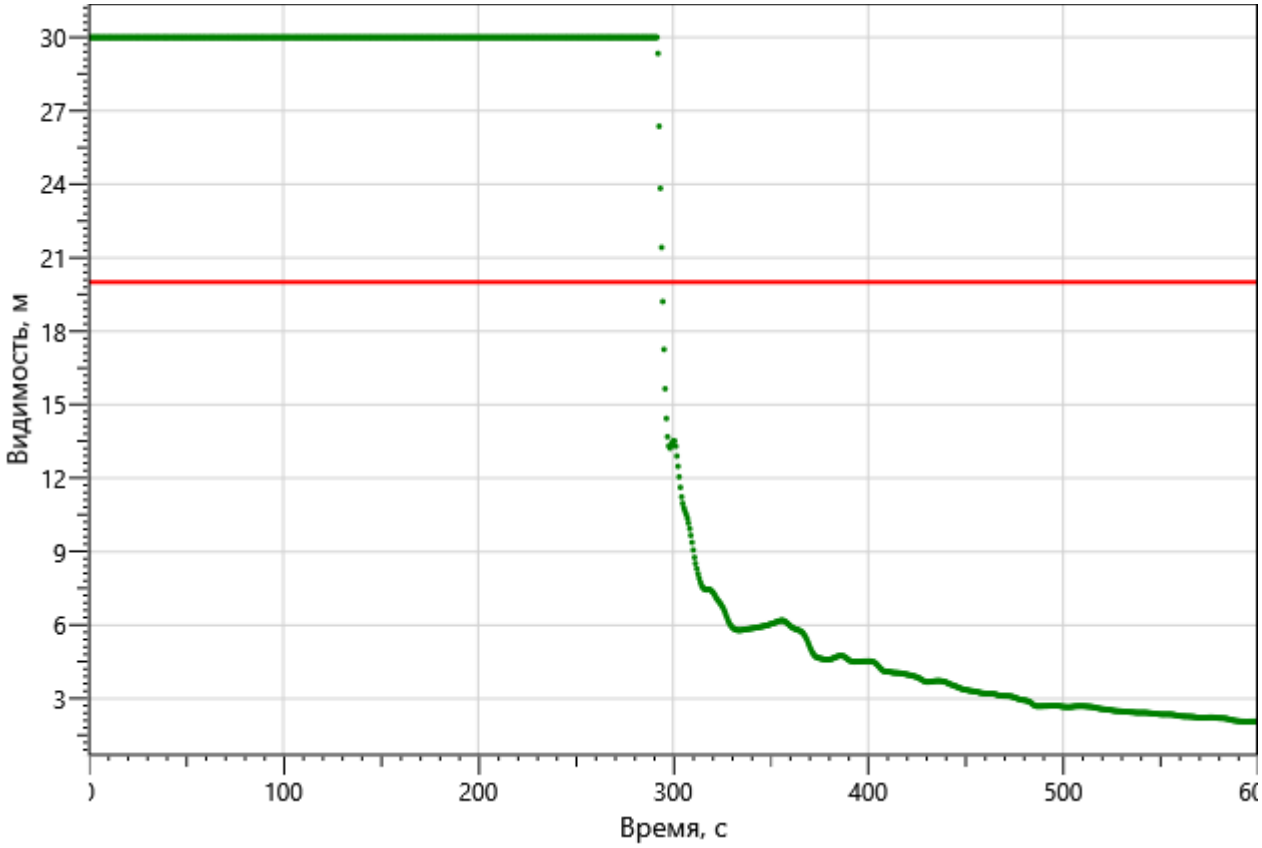


Рисунок 82 – Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

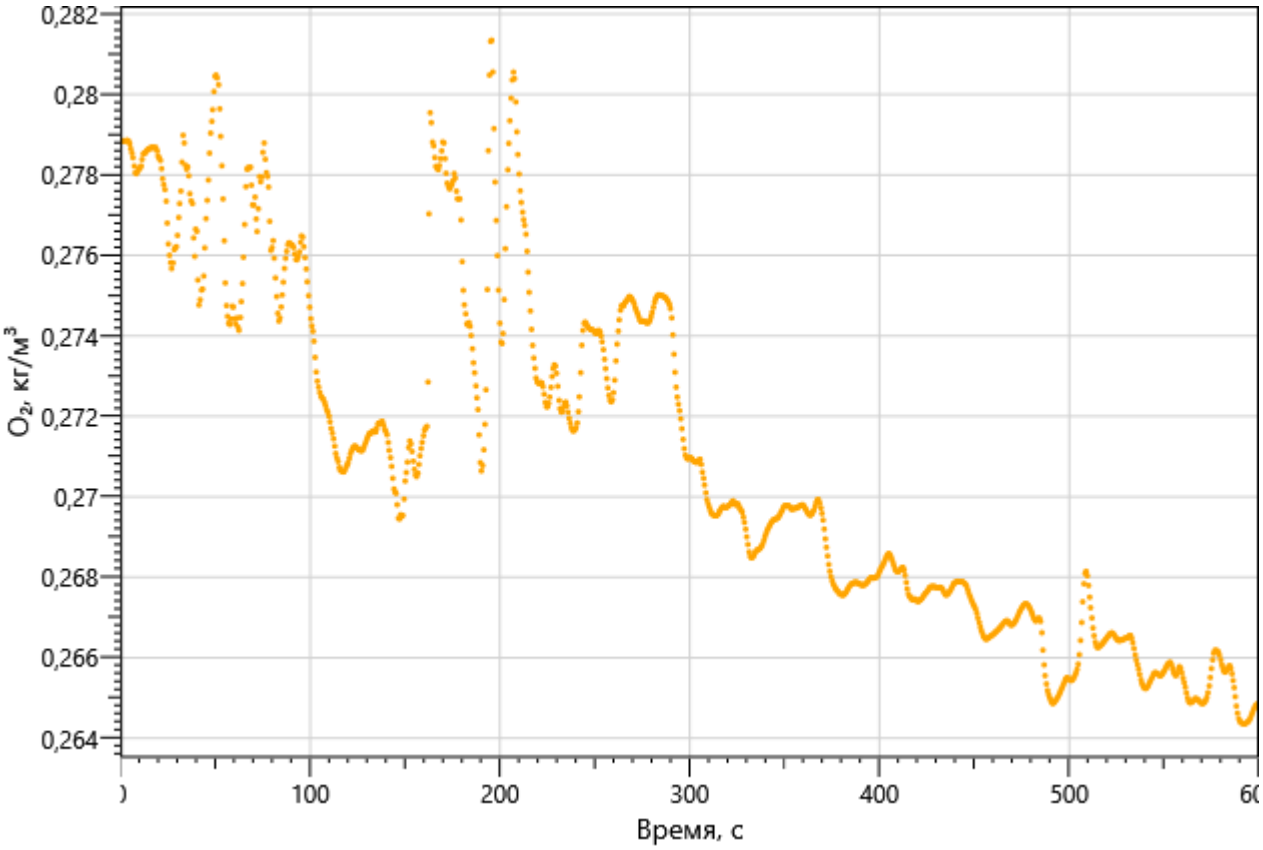


Рисунок 83 – Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

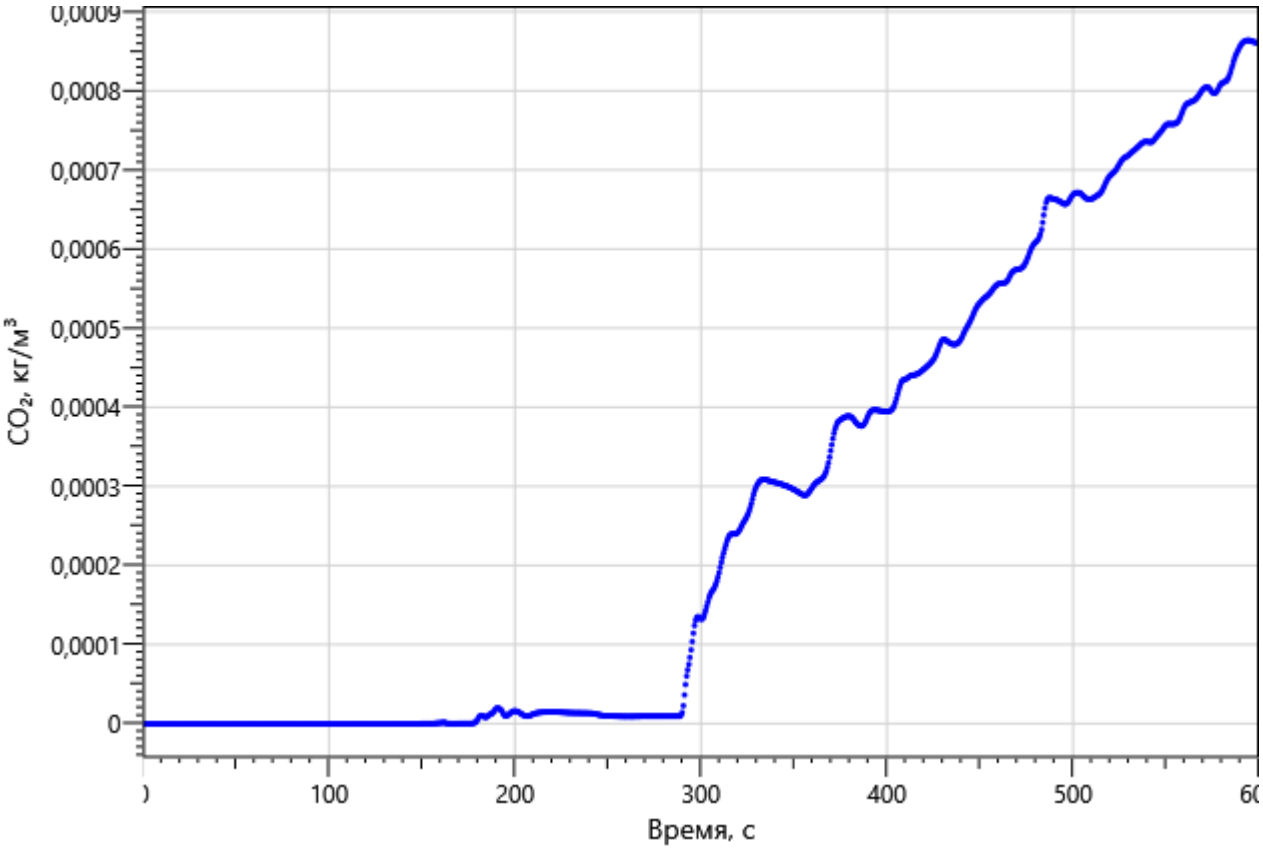


Рисунок 84 – Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

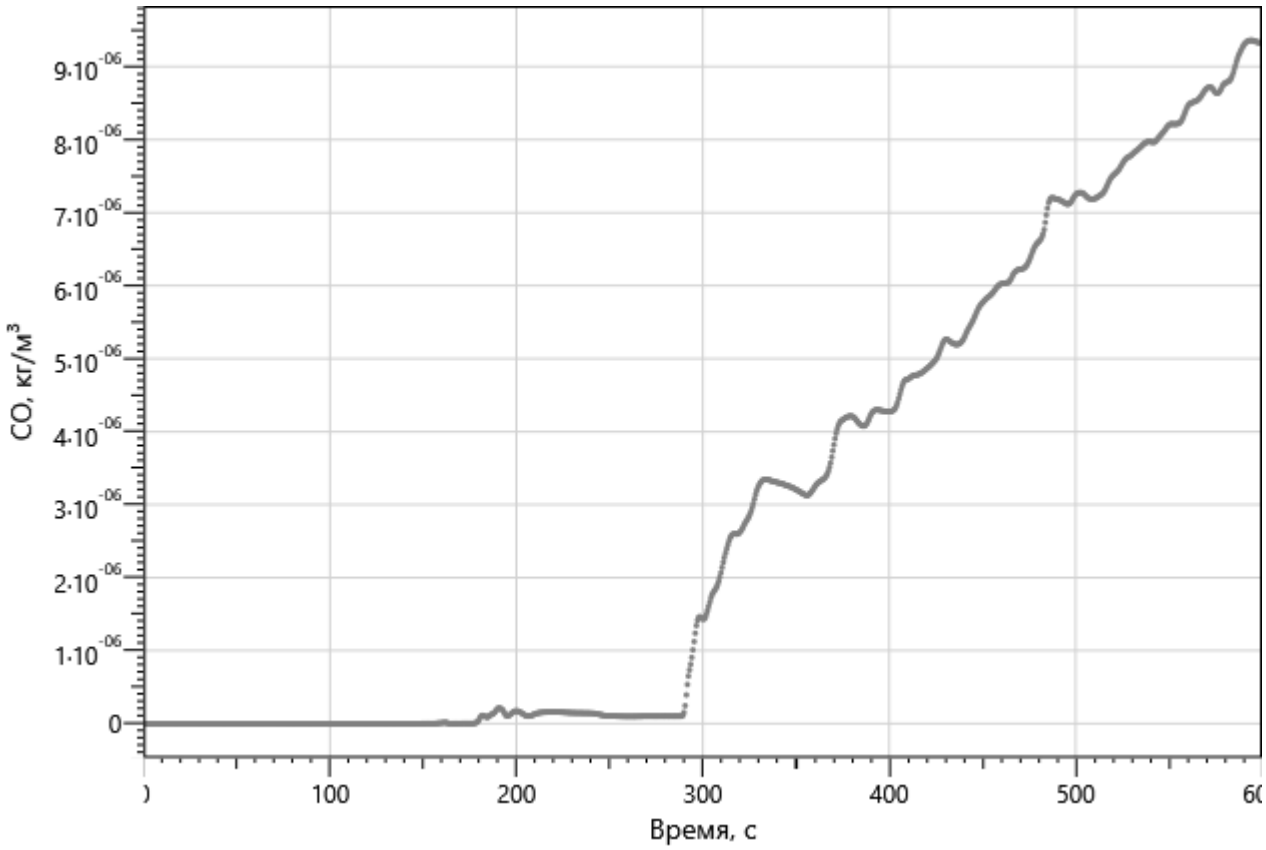


Рисунок 85 – Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

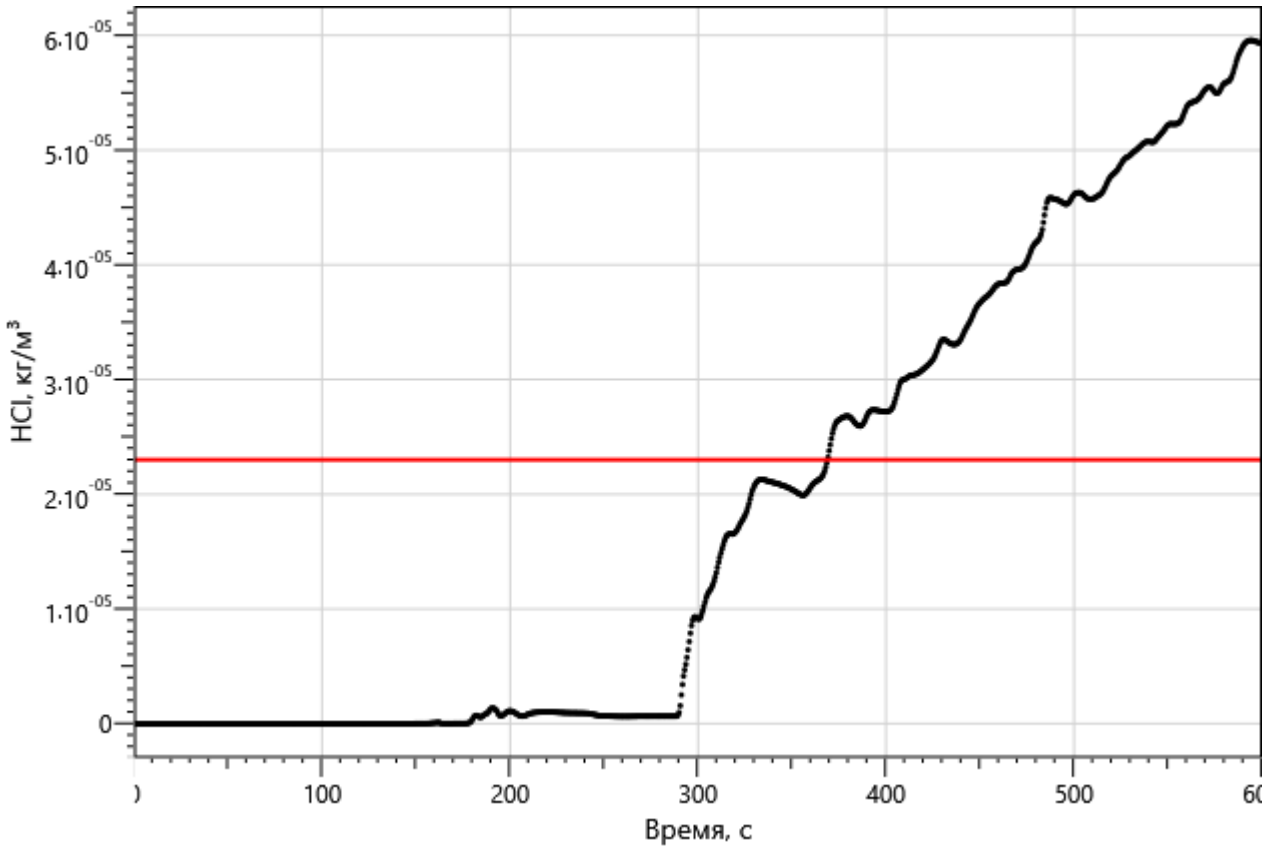


Рисунок 86 – Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

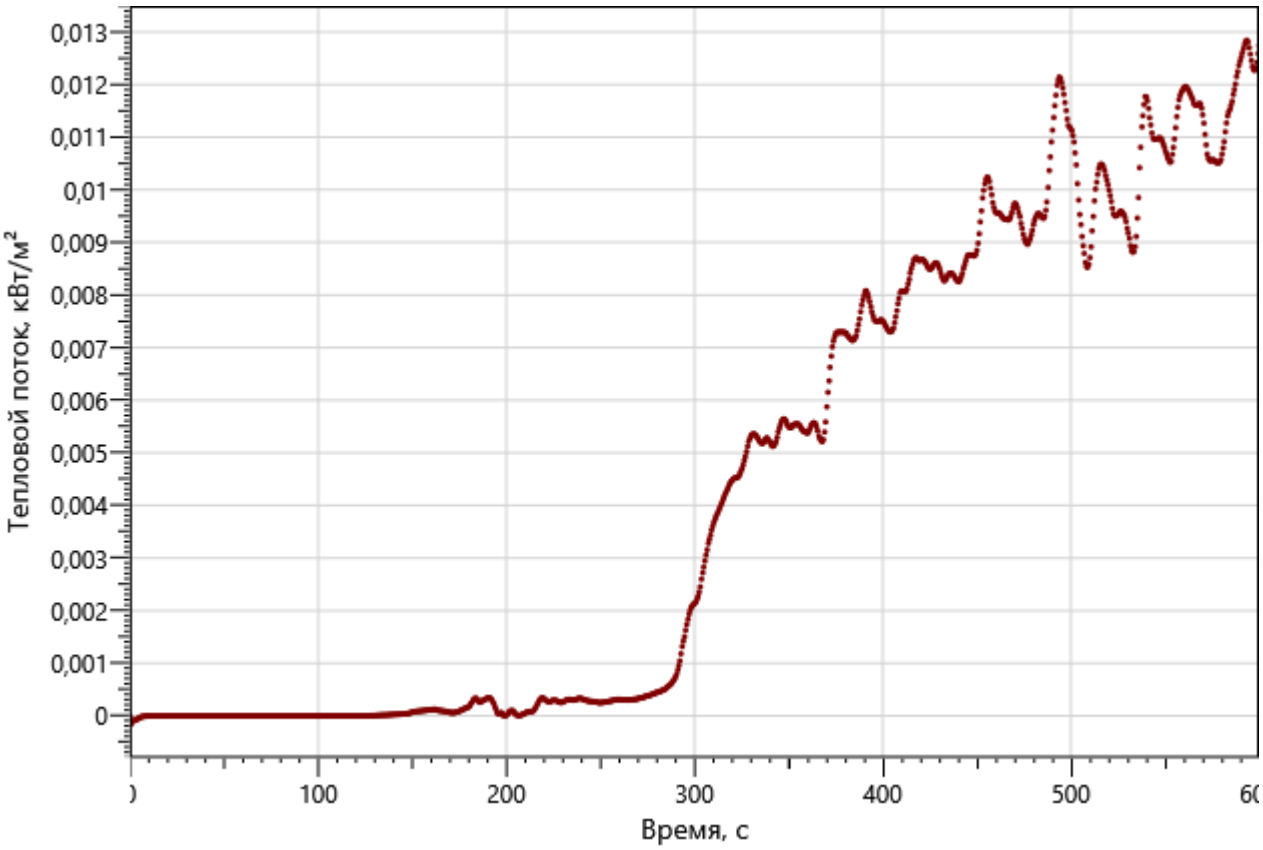


Рисунок 87 – Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

5.2.2 Определение расчетного времени эвакуации людей из здания (сценарий №2)

Пожар происходит в жилом помещении на 5-м этаже секции 2. ОФП распространяются по помещению и за его пределы, создает угрозу блокирования ближайшего эвакуационного выхода, ведущего на лестничную клетку.

Поэтажные планы объекта защиты с нанесенной на них расчетной (принципиальной) схемой эвакуации представлены на рисунках:

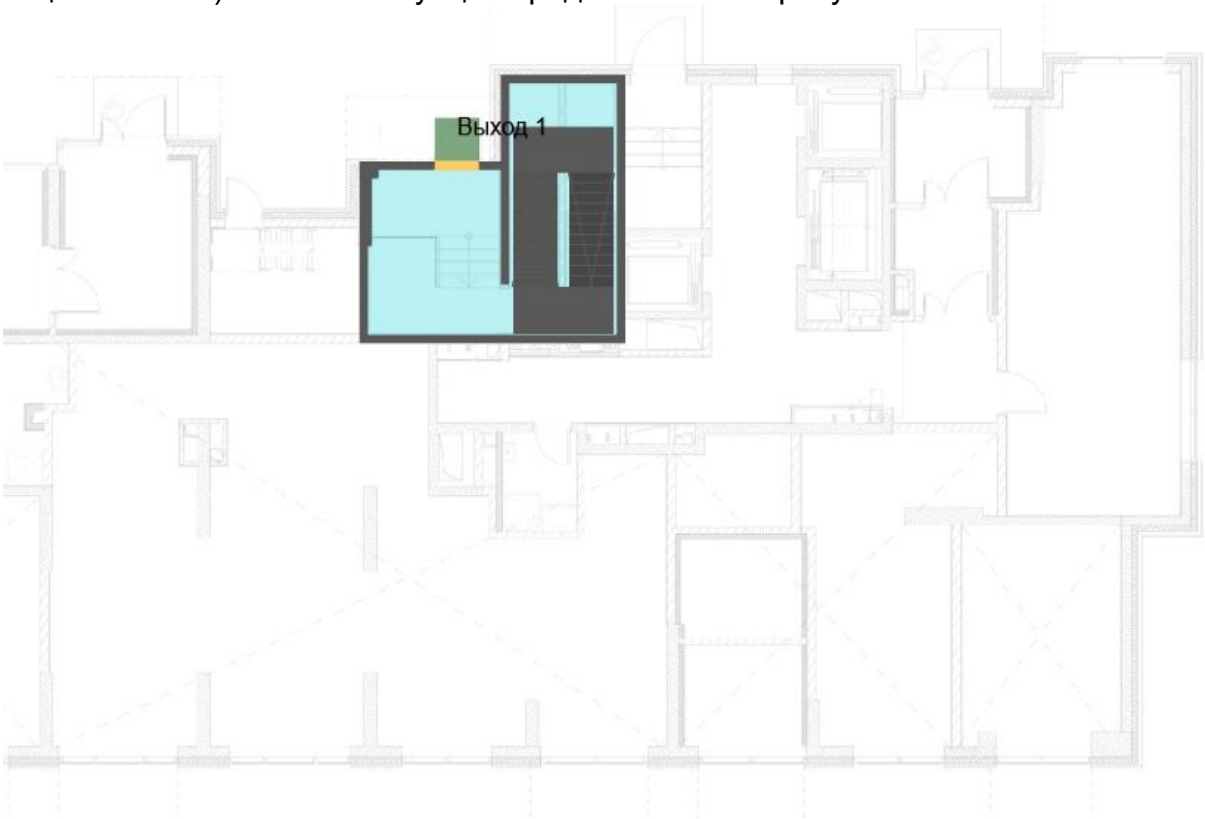


Рисунок 88 – План этажа 1а и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации

Рисунок 89 – План 2-4-го, 6-7го типового этажа и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации

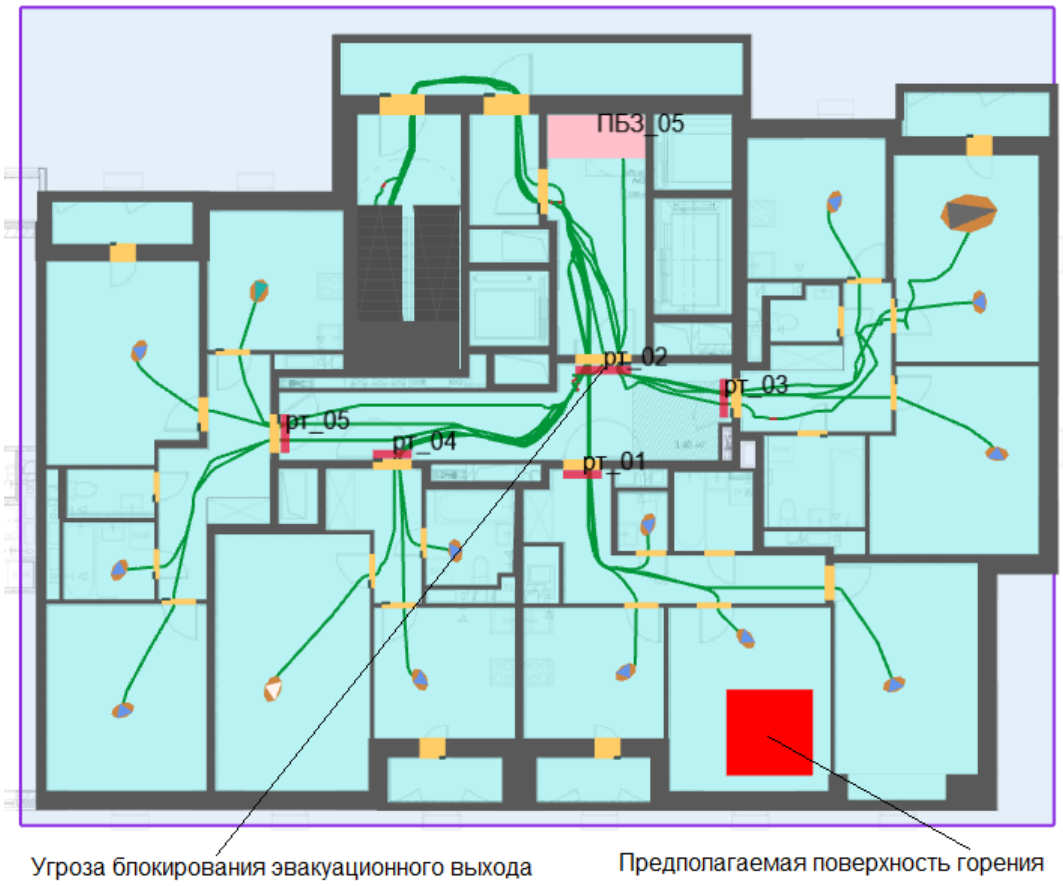


Рисунок 90 – План 5-го этажа и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации

Рисунок 91 – План 8-10-го типового этажа и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации

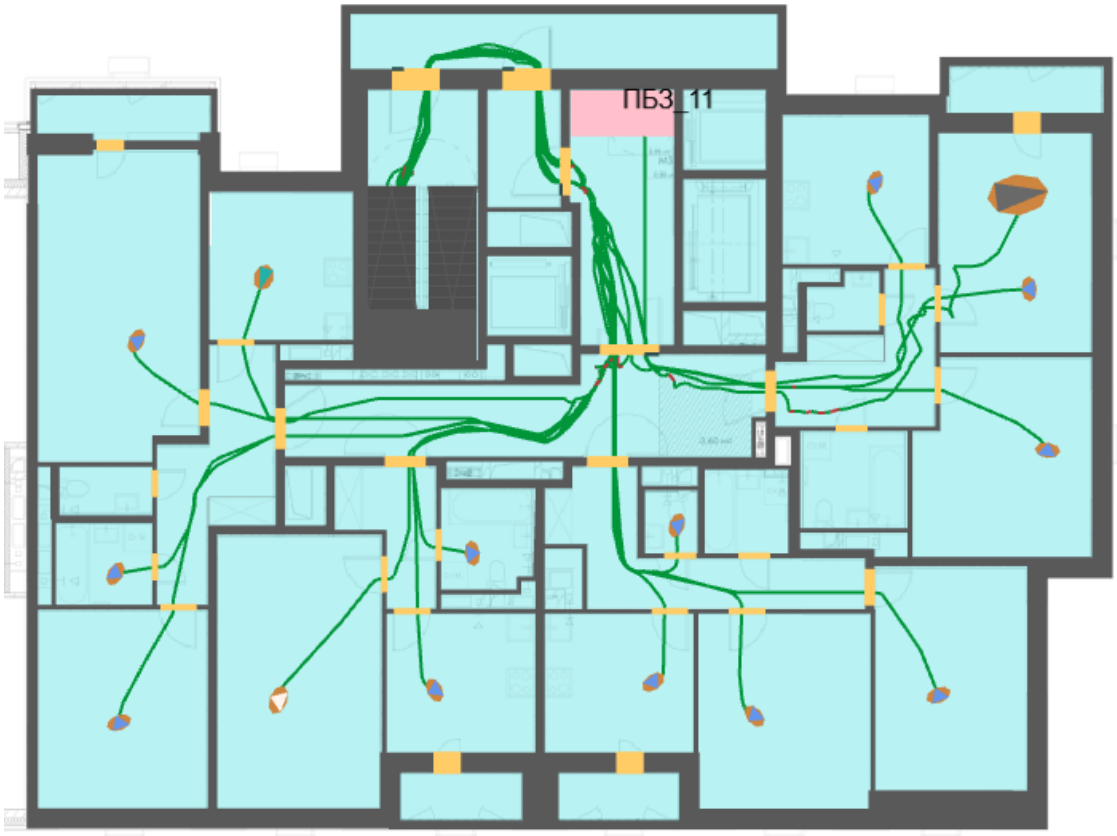


Рисунок 92 – План 11-18-го типового этажа и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации

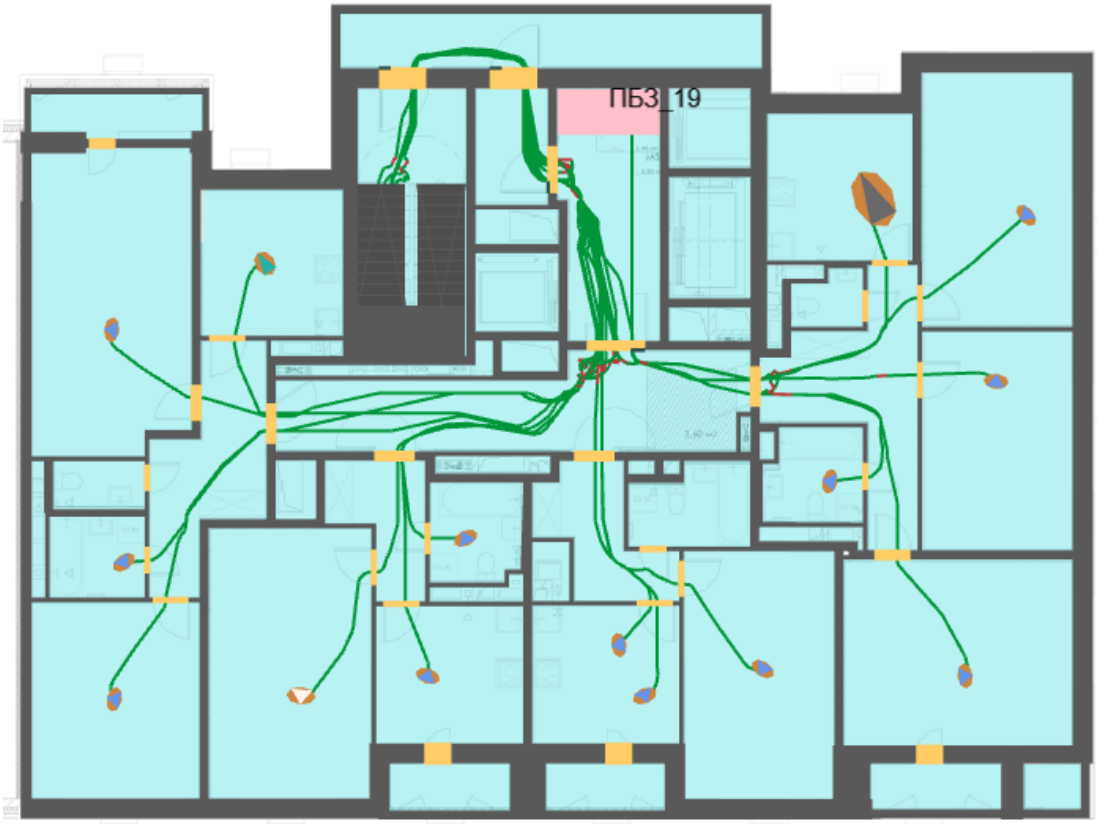


Рисунок 93 – План 19-го этажа и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации

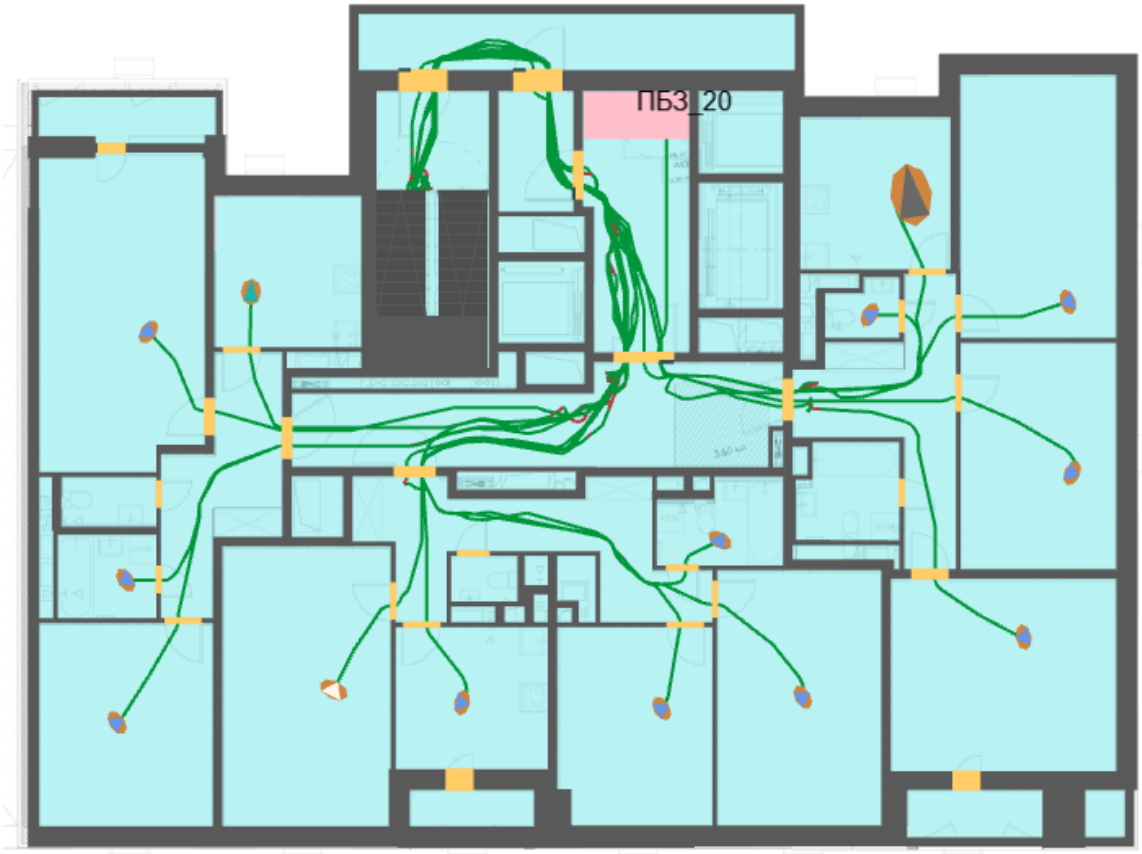


Рисунок 94 – План 20-го этажа и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации

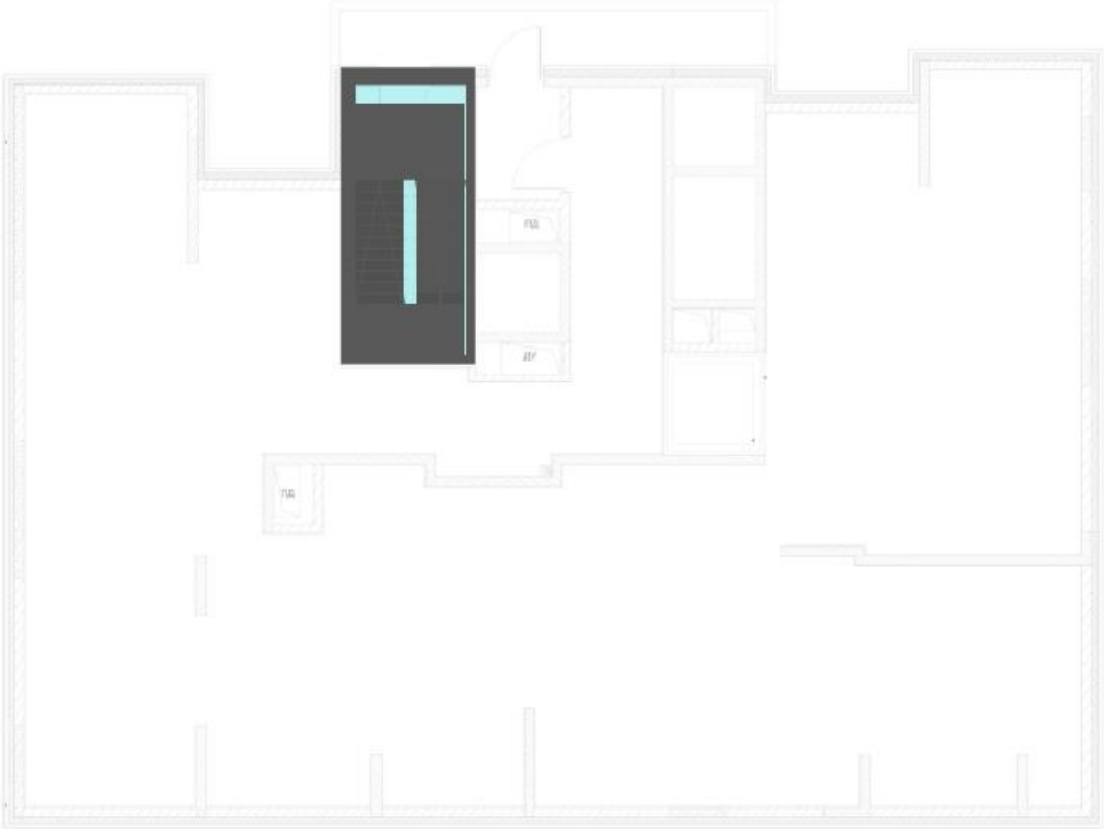


Рисунок 95 – План технического пространства на отм. +65.460 и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации

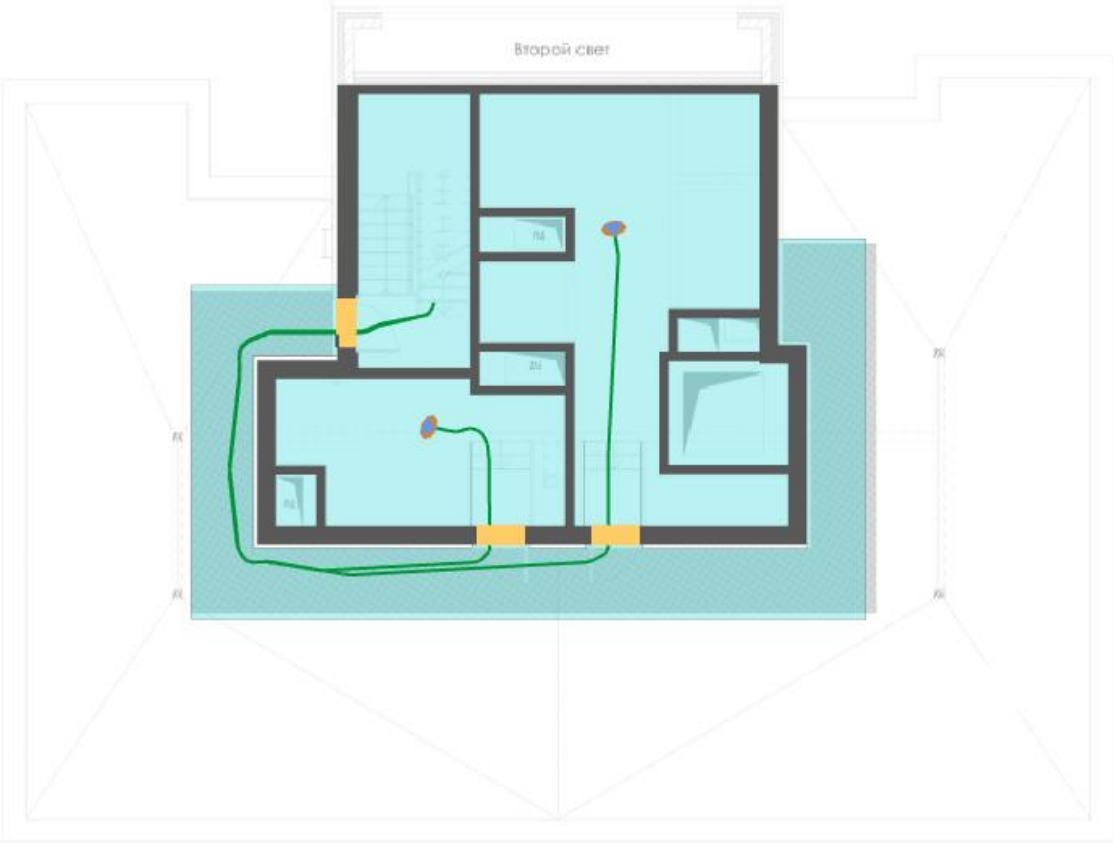


Рисунок 96 – План кровли и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации

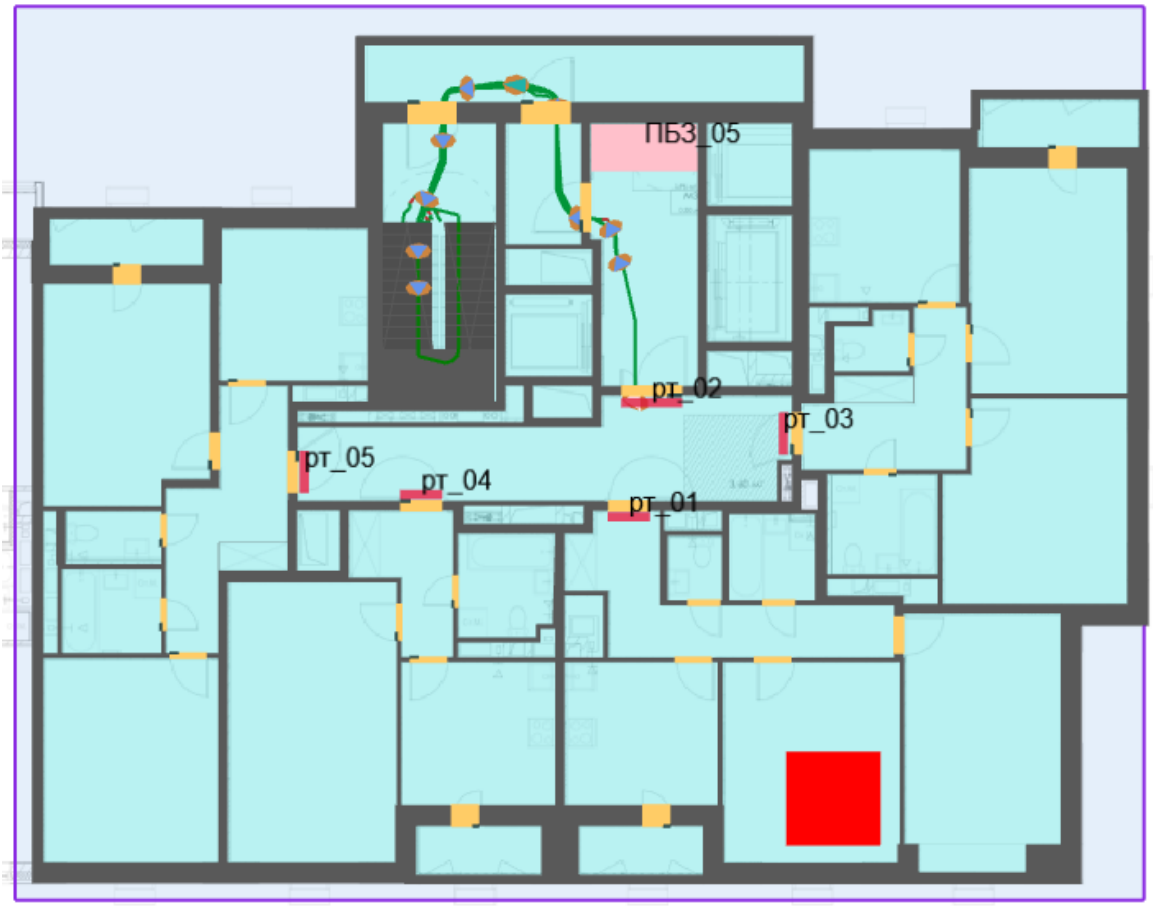


Рисунок 97 – План 5-го этажа и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации (расположение людей на момент полной эвакуации с этажа пожара – 3 мин. 05 сек.)

Результаты моделирования движения людей.

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

$t_{НЭ} = 5 + 0{,}01 \cdot F$

где F – площадь помещения, м²

Время начала эвакуации:

- $t_{НЭ}$ = 5,6 с – для помещения очага пожара;
- tн.э. = 156,8 с – для всех остальных

Время достижения порогового значения срабатывания ИП: $t_{пор}$ = 76,8 с;

Время задержки, связанное с инерционностью системы: $t_{инерц}^{обн}$ = 20 с;

Время проведения предварительных действий, предшествующие началу эвакуации: $t_{предв}$ = 60 с;

Время эвакуации: $t_Э = t_{НЭ} + t_Р$ = 713,4 с;

Время существования скоплений: $t_{СК}$ = 1,6 с;

Общее количество людей: 286;

Сведения о количестве и размещении эвакуируемого контингента на объекте защиты, в том числе относящихся к маломобильным группам населения:

– на 2-7 этаже: 12 человек контингента М0-7 (зимняя одежда), 1 человек относящий к гр. Инвалиды в креслах-колясках (М4), 1 человек относящий к гр. Люди с поражением ОДА (1 опора) (М3), 1 человек относящий к гр. Пожилые немощные люди (М2);

– на 8-10 этаже: 12 человек контингента М0-7 (зимняя одежда), 1 человек относящий к гр. Инвалиды в креслах-колясках (М4), 1 человек относящий к гр. Люди с поражением ОДА (1 опора) (М3), 1 человек относящий к гр. Пожилые немощные люди (М2);

– на 11-18 этаже: 12 человек контингента М0-7 (зимняя одежда), 1 человек относящий к гр. Инвалиды в креслах-колясках (М4), 1 человек относящий к гр. Люди с поражением ОДА (1 опора) (М3), 1 человек относящий к гр. Пожилые немощные люди (М2);

– на 19 этаже: 12 человек контингента М0-7 (зимняя одежда), 1 человек относящий к гр. Инвалиды в креслах-колясках (М4), 1 человек относящий к гр. Люди с поражением ОДА (1 опора) (М3), 1 человек относящий к гр. Пожилые немощные люди (М2);

– на 20 этаже: 11 человек контингента М0-7 (зимняя одежда), 1 человек относящий к гр. Инвалиды в креслах-колясках (М4), 1 человек относящий к гр. Люди с поражением ОДА (1 опора) (М3), 1 человек относящий к гр. Пожилые немощные люди (М2);

– на кровле: 2 человека контингента М0-7 (зимняя одежда).

Расположение людей гр. М4 выбрано в соответствии с расположением их в наиболее удаленных от ПБЗ и выходов наружу точках.

Время эвакуации до эвакуационных выходов представлено в таблице ниже.

Таблица 19

Расположение	Наименование	Время первого, с	Время последнего, с	Количество людей
Этаж 1				
	Выход 1	107,0	713,4	269
Этаж 2				
	ПБЗ_02	181,2	181,2	1
Этаж 3				
	ПБЗ_03	182,4	182,4	1
Этаж 4				
	ПБЗ_04	182,4	182,4	1
Этаж 5				
	ПБЗ_05	180,6	180,6	1
Этаж 6				
	ПБЗ_06	182,4	182,4	1
Этаж 7				
	ПБЗ_07	182,4	182,4	1
Этаж 8				
	ПБЗ_08	181,4	181,4	1
Этаж 9				
	ПБЗ_09	181,4	181,4	1
Этаж 10				
	ПБЗ_10	181,4	181,4	1
Этаж 11				
	ПБЗ_11	181,4	181,4	1
Этаж 12				
	ПБЗ_12	182,2	182,2	1
Этаж 13				
	ПБЗ_13	182,2	182,2	1
Этаж 14				
	ПБЗ_14	182,2	182,2	1
Этаж 15				
	ПБЗ_15	182,2	182,2	1
Этаж 16				
	ПБЗ_16	182,2	182,2	1
Этаж 17				
	ПБЗ_17	182,2	182,2	1
Этаж 18				
	ПБЗ_18	182,2	182,2	1
Этаж 19				
	ПБЗ_19	171,2	171,2	1

Этаж 20				
	ПБЗ_20	173,8	173,8	1

Время эвакуации через регистраторы представлено в таблице ниже.

Таблица 20

Расположение	**Наименование**	**Время первого, с**	**Время последнего, с**	**Количество людей**
Этаж 5				
Помещение 142	рт_02	14,2	185,6	15
	рт_03	165,8	170,8	4
	рт_04	161,0	172,8	3
	рт_05	162,0	167,4	4
Помещение 147	рт_01	11,0	19,2	4

5.2.3 Определение вероятности эвакуации людей из здания при пожаре (сценарий №2)

Вероятность эвакуации представлена в таблице ниже.

Таблица 21

Расположение	**Наименование**	**Время блокирования, $t_{бл}$, с**	**Необходимое время эвакуации, 0,8 $t_{бл}$, с**	**Время начала эвакуации, $t_{нэ}$, с**	**Время эвакуации, $t_э = t_{нэ} + t_р$, с**	**Вероятность эвакуации, $P_э$**
Этаж 5						
Помещение 142	рт_02	280,2	224,2	5,6	185,6	0,999
	рт_03	273,7	219,0	156,8	170,8	0,999
	рт_04	310,9	248,7	156,8	172,8	0,999
	рт_05	294,7	235,7	156,8	167,4	0,999
Помещение 147	рт_01	87,1	69,7	5,6	19,2	0,999

Результаты проведенных расчетов показывают, что максимальное расчетное время эвакуации с этажа пожара составит 3,09 мин. Время выхода из здания составляет 11,89 мин (Выход 1).

Максимальное время движения при плотности потока D больше 0,5 $м^2/м^2$ составляет 0,02 мин.

Для удобства сопоставления данных, результаты определения расчетного времени эвакуации и времени блокирования эвакуационных путей (с учетом коэффициента безопасности) в расчётных точках по рассматриваемому сценарию приведены в таблице ниже.

Таблица 22

Расчетная точка	**Время начала эвакуации $t_{нэ}$, мин**	**Расчетное время эвакуации ($t_р$+ $t_{нэ}$), мин**	**Время блокирования путей эвакуации $t_{бл}$, мин (с учётом коэф. 0,8)**	**Вероятность эвакуации**	**Вывод**
Сценарий №2					
рт_01	0,093	0,32	1,16	0,999	**Безопасно**
рт_02	0,093	3,09	3,74	0,999	**Безопасно**
рт_03	2,61	2,85	3,65	0,999	**Безопасно**
рт_04	2,61	2,88	4,14	0,999	**Безопасно**
рт_05	2,61	2,79	3,93	0,999	**Безопасно**

Приведенные в таблице выше результаты показывают, что своевременность эвакуации при принятых проектных решениях обеспечивается $(t_э < t_{бл})$. Следовательно, вероятность эвакуации составит $P_э = 0{,}999$.

Согласно ч.3 ст.53 №123-ФЗ, безопасная эвакуация людей из зданий и сооружений при пожаре считается обеспеченной, так как интервал времени от момента обнаружения пожара до завершения процесса эвакуации людей в безопасную зону не превышает необходимого времени эвакуации людей при пожаре.

5.2.4 Определение величины индивидуального пожарного риска (сценарий №2)

Частота возникновения пожаров в здании $2{,}6 \cdot 10^{-2}$.

Вероятность эффективного срабатывания систем противопожарной защиты:

$K_{ап,i}$ – коэффициент, учитывающий соответствие установок автоматического пожаротушения требованиям нормативных документов по пожарной безопасности. Значение параметра $K_{ап,i}$ принимается равным $K_{ап,i}$=0,9;

$K_{обн}$ – коэффициент, учитывающий соответствие системы пожарной сигнализации требованиям нормативных документов по пожарной безопасности. Значение параметра $K_{обн,i}$ принимается равным $K_{обн,i}$ = 0,8;

$K_{СОУЭ}$ – коэффициент, учитывающий соответствие системы оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности. Значение параметра принимается равным $K_{СОУЭ,i}$ = 0,8;

$K_{ПДЗ}$ – коэффициент, учитывающий соответствие системы противодымной защиты, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности. Значение параметра $K_{ПДЗ,i}$ принимается равным $K_{ПДЗ,i}$ = 0,8.

Коэффициент, учитывающий соответствие системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности, $K_{п.з}$ равен:

$$K_{п.з.,I} = 1 – (1 – K_{обн,I} \cdot K_{СОУЭ,i}) \cdot (1 – K_{обн,i} \cdot K_{пдз,i}) =$$

$$1 – (1 – 0{,}8 \cdot 0{,}8) \cdot (1 - 0{,}8 \cdot 0{,}8) = 0{,}8704$$

Вероятность присутствия эвакуируемого контингента в здании, определяемая из соотношения $P_{пр,i} = t_{функц,i}/24$, равна $P_{пр,i}$=1. При времени нахождения людей в жилых помещениях 24 часа.

Вероятность эвакуации $P_{Э,i,j}$ рассчитывают по зависимости:

$$P_{э,i,j} = \begin{cases} 0{,}999 \cdot \dfrac{0{,}8 \cdot t_{бл,i} - t_{р,i,j}}{t_{нэ,i,j}}, \text{если } t_{р,i,j} < 0{,}8 \cdot t_{бл,i} < t_{нэ,i,j} + t_{р,i,j} \text{ и } t_{ск,i,j} \le 6 \text{ мин} \\ 0{,}999, \text{если } t_{нэ,i,j} + t_{р,i,j} \le 0{,}8 \cdot t_{бл,i} \text{ и } t_{ск,i,j} \le 6 \text{ мин} \\ 0{,}000, \text{если } t_{р,i,j} \ge 0{,}8 \cdot t_{бл,i} \text{ или } t_{ск,i,j} > 6 \text{ мин} \end{cases}$$

и равна $P_{Э,i,j}$ = 0,999.

Расчетная величина индивидуального пожарного риска R_i рассчитывается по формуле:

$$R_{,i} = Q_{п,I} \cdot (1 – K_{ап,i}) \cdot P_{пр,I} \cdot (1 – P_{э,i}) \cdot (1 – K_{п.з,i}) \text{ и равна}$$

$$R = 0{,}026 \cdot (1–0{,}9) \cdot 1 \cdot (1–0{,}999) \cdot (1–0{,}8704) = 0{,}33 \cdot 10^{-6}$$

Результаты по итогам проведенных расчетов определения индивидуального пожарного риска представлены в таблице ниже.

Таблица 23

№ сценария пожара	Группа эвакуируемого контингента	Вероятность присутствия и спасения людей	Вероятность возникновения пожара	Вероятность эвакуации	Коэффициент соответствия системы противопожарной защиты, $K_{пз,i}$	Расчетная величина пожарного риска для группы эвакуируемого контингента	Расчетная величина пожарного риска
2 (Жилье. Секция 2)	М0-7 (зимняя одежда)	$P_{пр,i}$ = 1	$2{,}6 \cdot 10^{-2}$	0,999	0,8704	$0{,}33 \cdot 10^{-6}$	$0{,}33 \cdot 10^{-6}$
	Пожилые немощные люди	$P_{пр,i}$ = 1	$2{,}6 \cdot 10^{-2}$	0,999	0,8704	$0{,}33 \cdot 10^{-6}$	
	Люди с поражением ОДА (1 опора)	$P_{пр,i}$ = 1	$2{,}6 \cdot 10^{-2}$	0,999	0,8704	$0{,}33 \cdot 10^{-6}$	
	Инвалиды на креслах-колясках	$P_{пр,i}$ = 1	$2{,}6 \cdot 10^{-2}$	0,999	0,8704	$0{,}33 \cdot 10^{-6}$	

Расчетное значение пожарного риска для проектируемого объекта не превышает требуемого, установленного ст. 79 №123-ФЗ ($Q_B^H = 10^{-6}$).

Исходные данные расчета пожарного риска (объемно-планировочные решения здания, системы противопожарной защиты), в том числе расчета времени эвакуации и динамики распространения опасных факторов пожара соответствуют разработанной проектной документации.

Вывод: так как расчетная величина индивидуального пожарного риска для людей, находящихся в жилых помещениях R = $0{,}33 \cdot 10^{-6}$ менее нормативного значения индивидуального пожарного риска ($R_{норм}$=10^{-6}), то расчетная величина индивидуального пожарного риска при возможном пожаре соответствует требуемому значению.

6 Вывод о соответствии или несоответствии расчетных величин пожарного риска соответствующим нормативным значениям пожарных рисков, установленным Федеральным законом "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности"

Отчет по результатам расчета по оценке пожарного риска составлен в соответствии с Правилами, утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации от 22.07.2020 № 1084 «О порядке проведения расчетов по оценке пожарного риска», и в соответствии с требованиями, установленными СП 505.1311500.2021.

Расчёты показали, что расчетные величины пожарного риска соответствуют нормативным значениям, установленным Федеральным законом "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности", в результате чего на Объекте обеспечивается безопасная эвакуация людей при принятых проектных решениях. Опасные факторы пожара не угрожают жизни людей при существующих объёмно-планировочных и конструктивных решениях.

Также результаты проведённых расчётов и обработка полученных данных позволяют заключить следующее:

а) Вероятность эвакуации людей составляет $P_э = 0{,}999$;

б) Индивидуальный пожарный риск не превышает значения, установленного №123-ФЗ ($R_{норм} = 10^{-6}$):

– $R_i = 0{,}33 \cdot 10^{-6} < R_{норм} = 1 \cdot 10^{-6}$ - для помещений жилого многоквартирного дома.

Заключительная часть:

При изменении объемно-планировочных и конструктивных решений, функционального назначения здания, количества людей и других параметров, влияющих на расчетную величину пожарного риска, настоящий расчет пожарного риска считается недействительным и подлежит корректировке.

Приложение №1

Поэтажные планы:

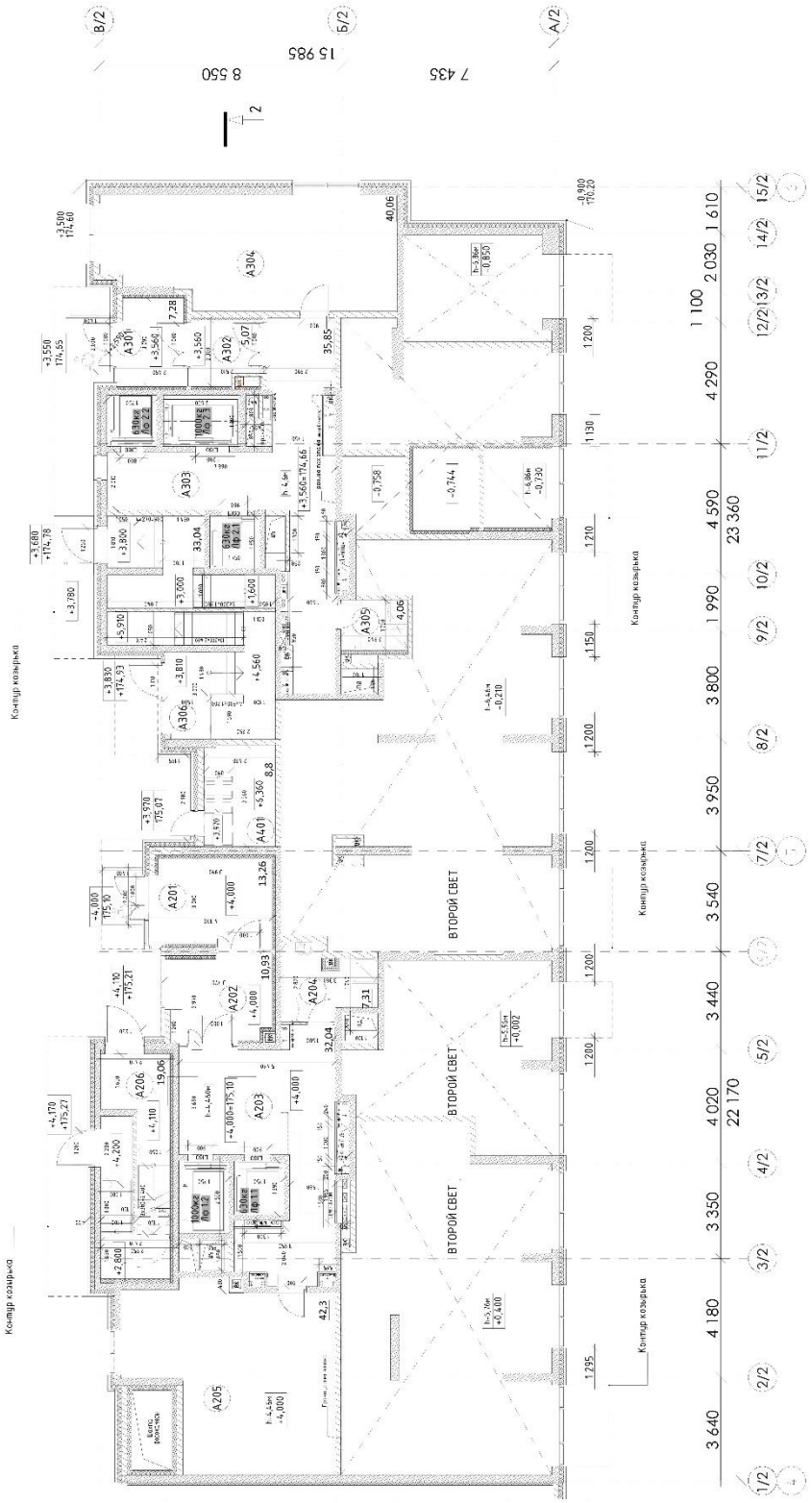


Рисунок: 98 – План 1а этажа Корпуса 2

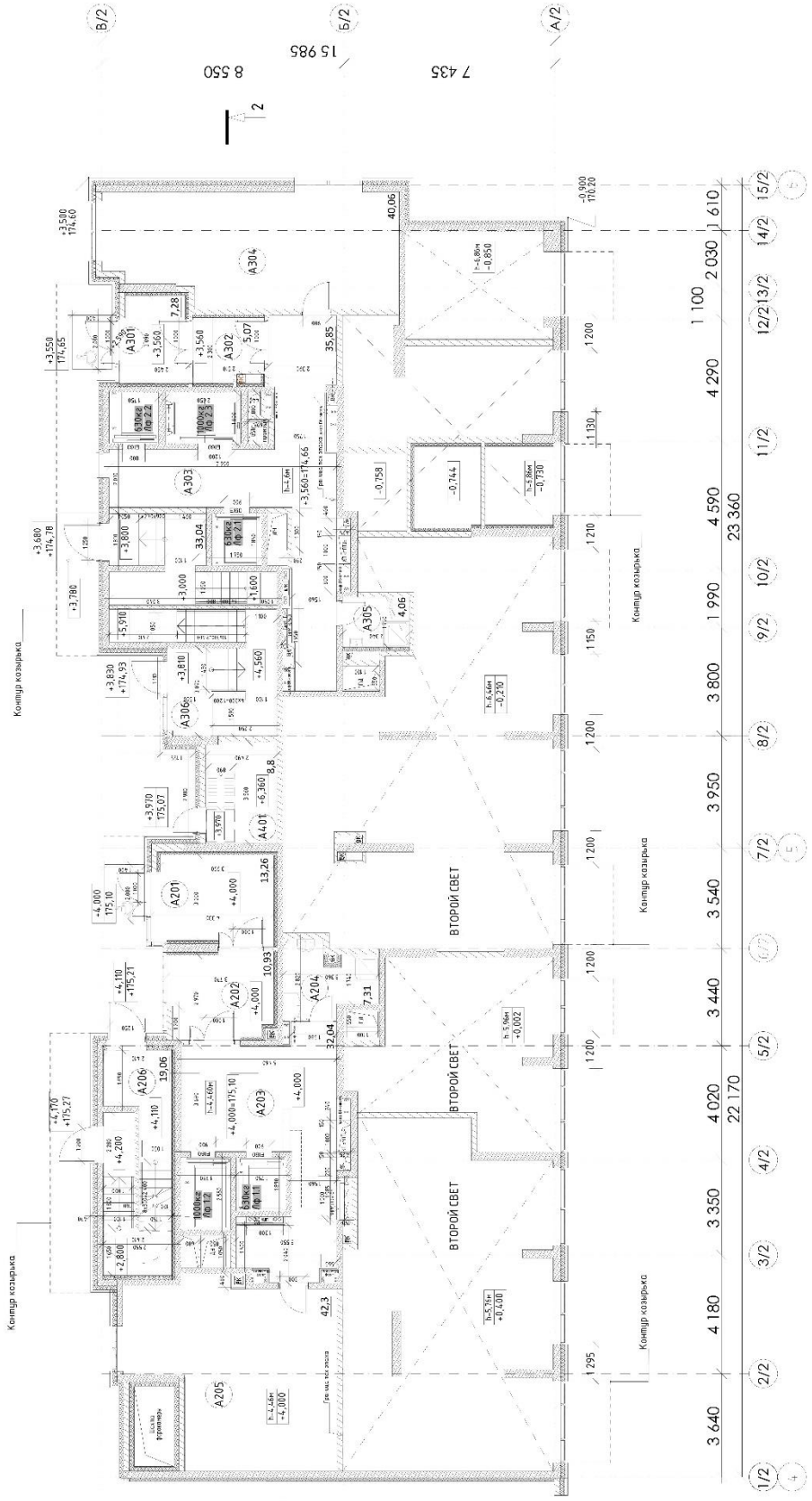


Рисунок: 99 - План 2-3-го этажа секции 1 и 2-7-го этажа секции 2 Корпуса 2

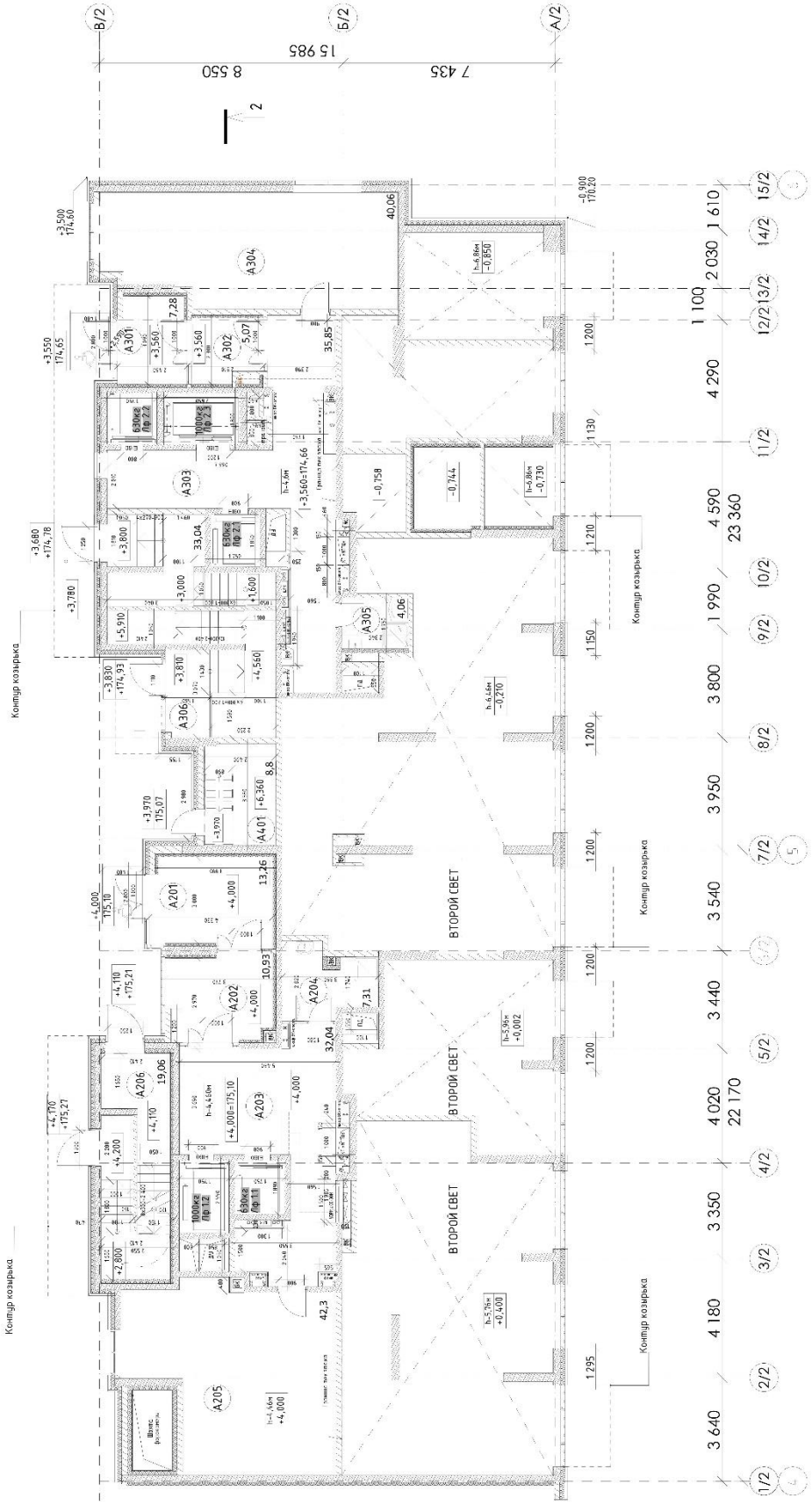


Рисунок: 100 – План 4-11-го этажа секции 1 и 8-10-го этажа секции 2 Корпуса 2

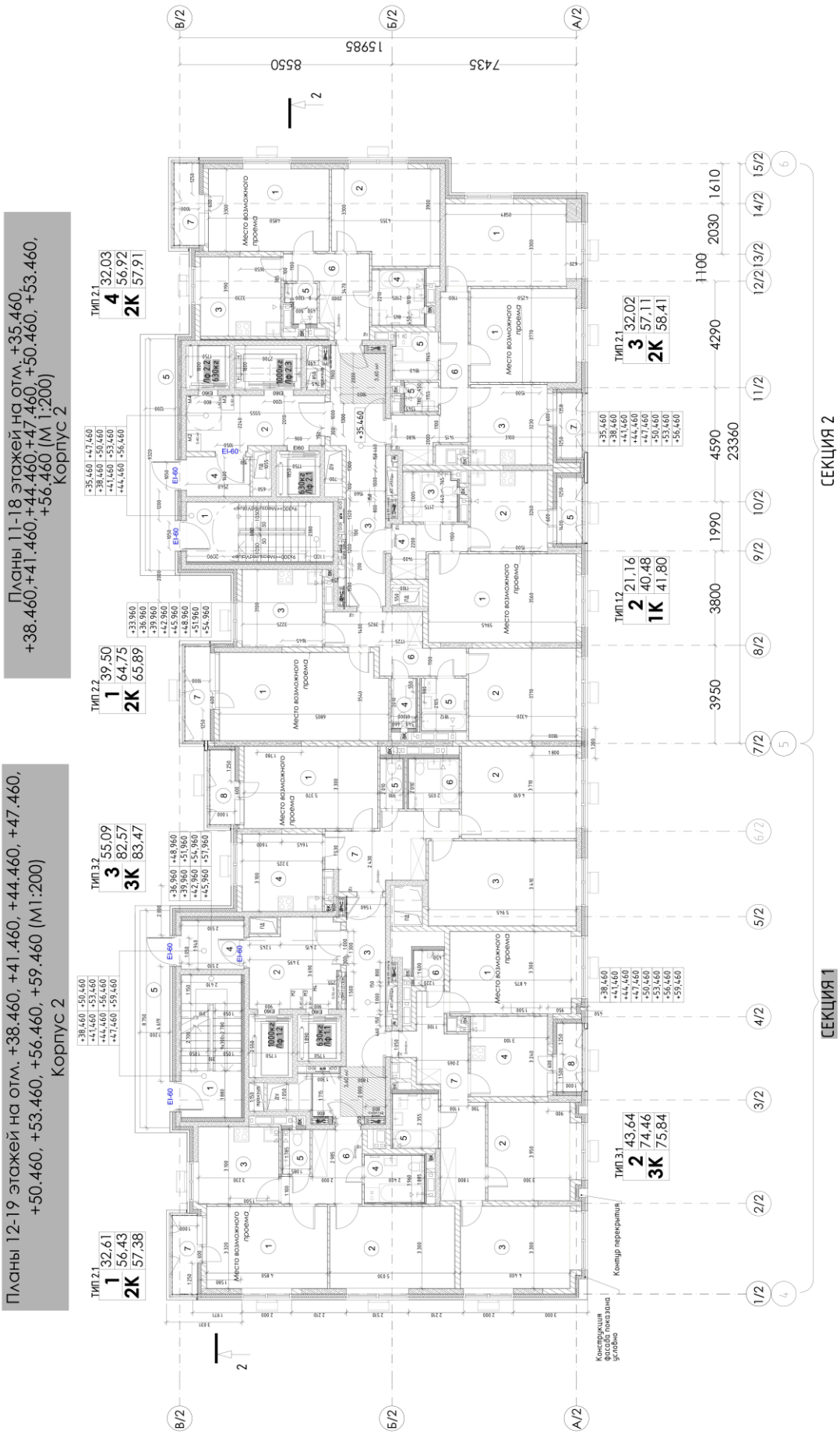


Рисунок: 101 – План 12-19-го этажа секции 1 и 11-18-го этажа секции 2 Корпуса 2

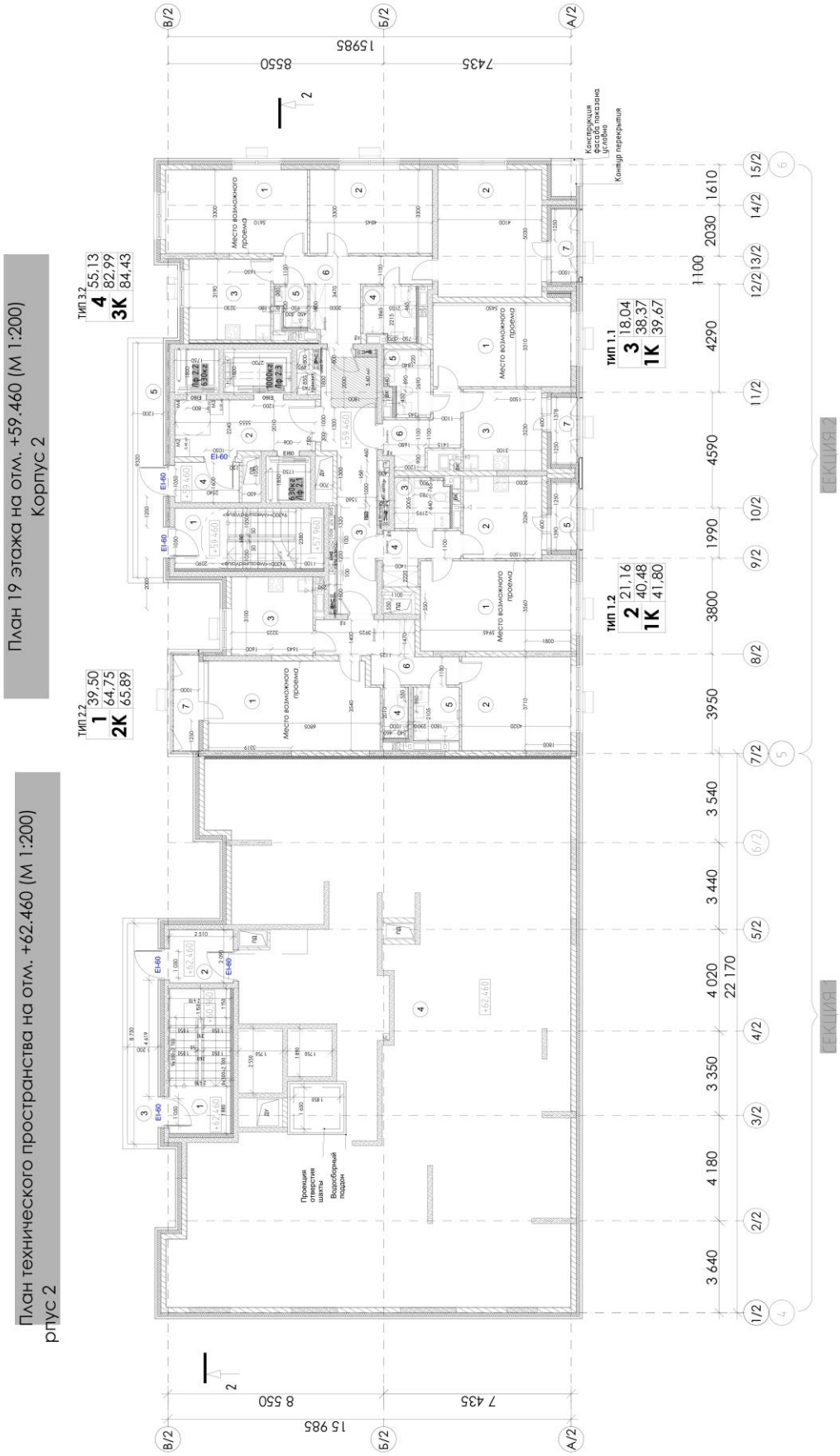


Рисунок: 102 – План технического пространства на отм. +62,460 секции 1 и 19-го этажа секции 2 Корпуса 2

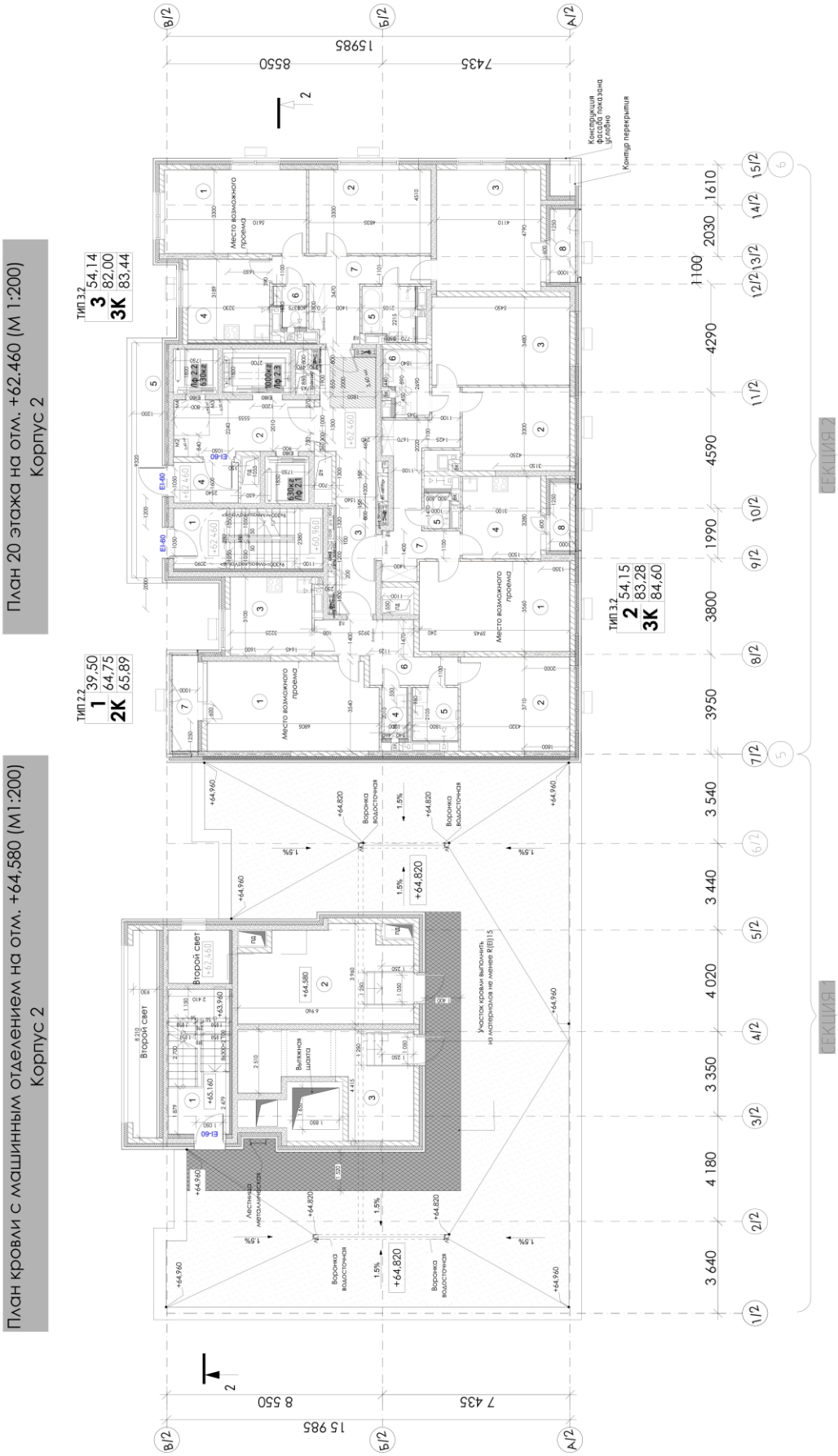


Рисунок: 103 – План кровли с машинным отделением секции 1 и 20-го этажа секции 2 Корпуса 2

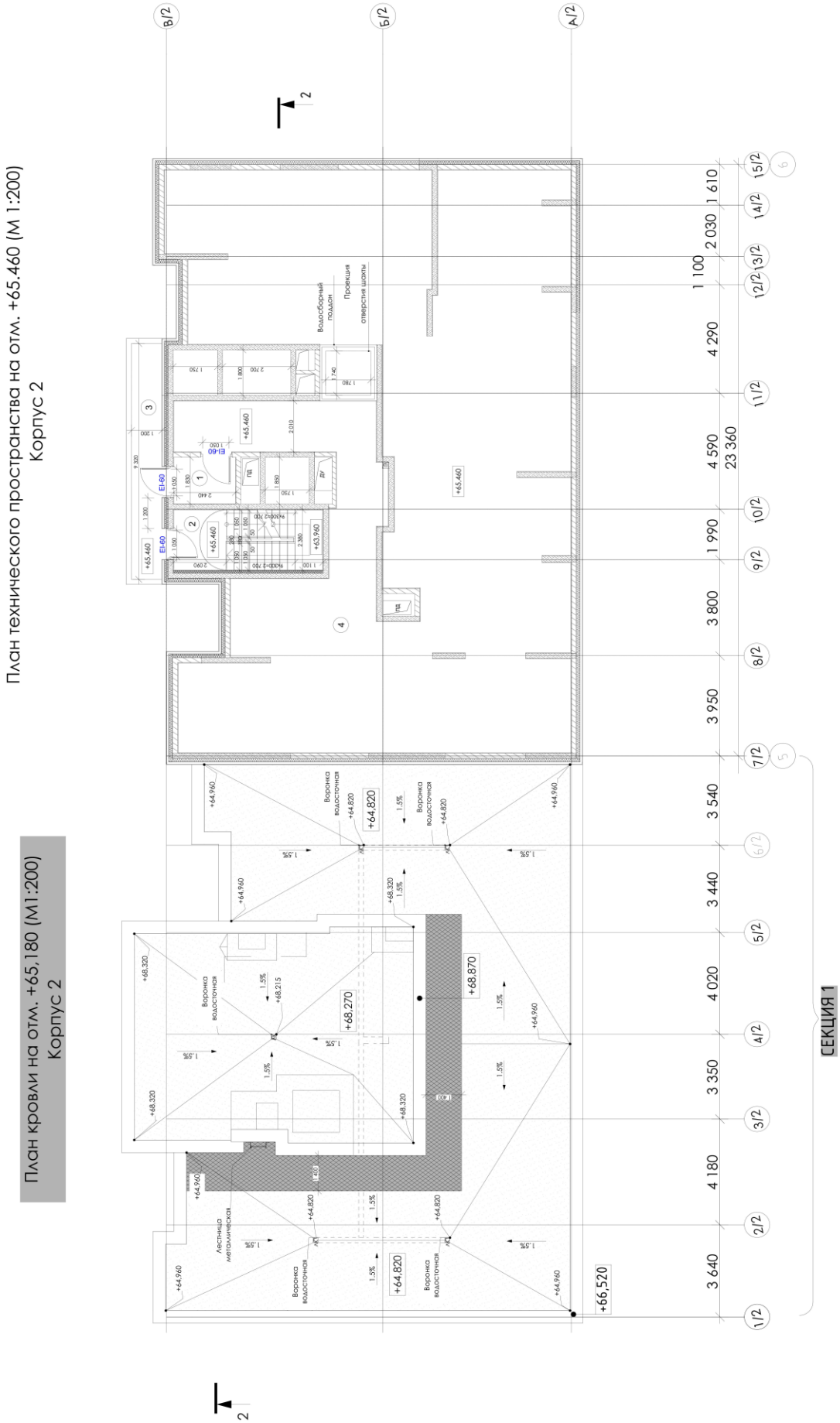


Рисунок: 104 – План технического пространства на отм. + 65.460 секции 2 Корпуса 2

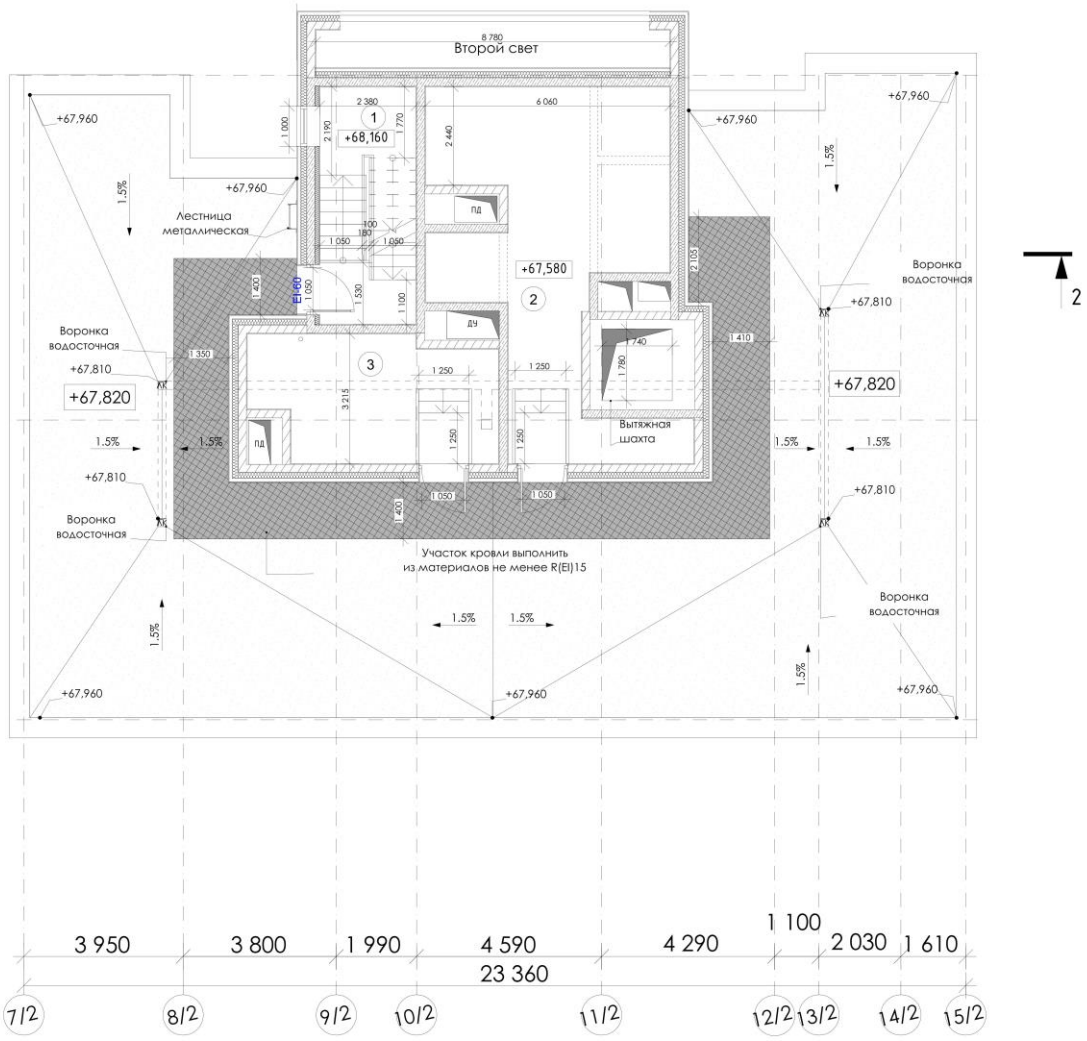


Рисунок: 105 – План кровли с машинным отделением на отм. + 67.580 секции 2 Корпуса 2

Взаи. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	ГКО-319/22-РР2.ПЗ	Лист 95

Приложение №2

Планы с указанием мест размещения дымоприемных устройств, а также мест размещения компенсационных притоков представлены на рисунках ниже.

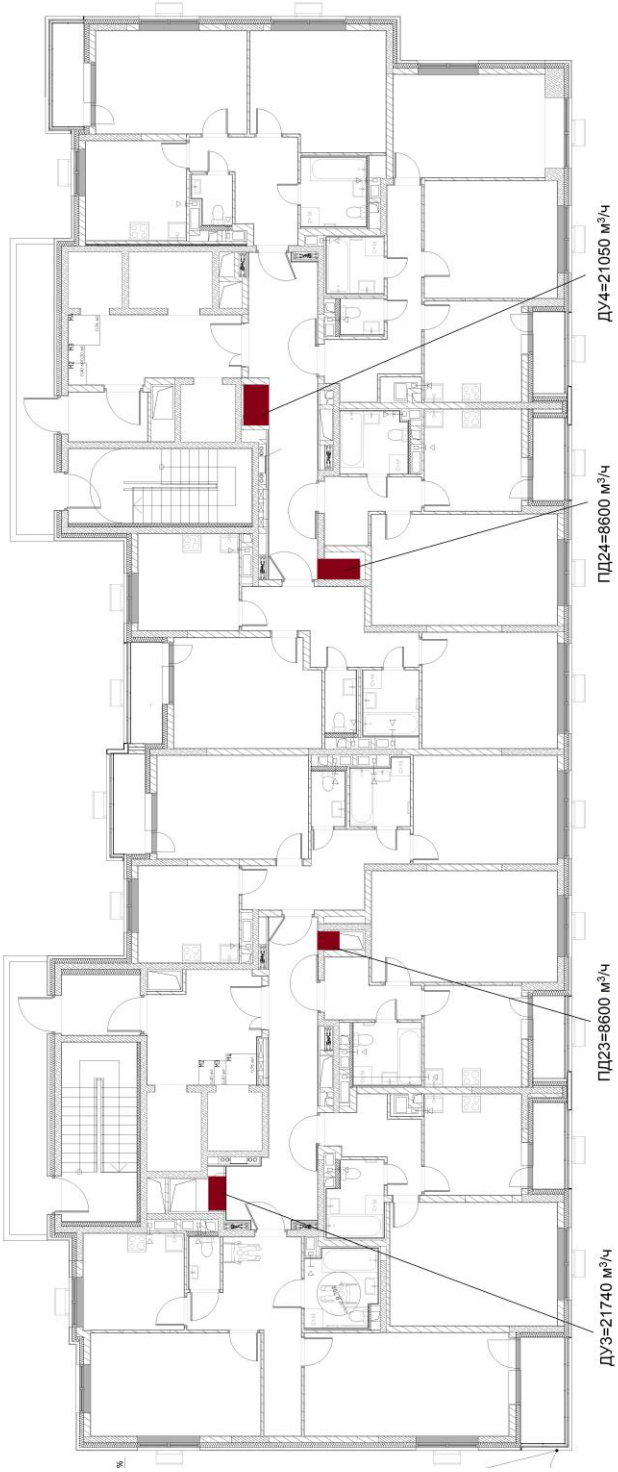


Рисунок: 106 – План 2-3-го этажа секции 1 и 2-7-го этажа секции 2 корпуса 2 с указанием мест размещения дымоприемных устройств, а также мест размещения компенсационных притоков

АССОЦИАЦИЯ САМОРЕГУЛИРУЕМЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ ОБЩЕРОССИЙСКАЯ НЕГОСУДАРСТВЕННАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ – ОБЩЕРОССИЙСКОЕ МЕЖОТРАСЛЕВОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ РАБОТОДАТЕЛЕЙ «НАЦИОНАЛЬНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ САМОРЕГУЛИРУЕМЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ, ОСНОВАННЫХ НА ЧЛЕНСТВЕ ЛИЦ, ВЫПОЛНЯЮЩИХ ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ, И САМОРЕГУЛИРУЕМЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ, ОСНОВАННЫХ НА ЧЛЕНСТВЕ ЛИЦ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИХ ПОДГОТОВКУ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ»

7734402034-20240826-1158
(регистрационный номер выписки)

26.08.2024
(дата формирования выписки)

ВЫПИСКА
из единого реестра сведений о членах саморегулируемых организаций в области инженерных изысканий и в области архитектурно-строительного проектирования и их обязательствах

Настоящая выписка содержит сведения о юридическом лице (индивидуальном предпринимателе), осуществляющем подготовку проектной документации:

Общество с ограниченной ответственностью «Ф-метрикс»
(полное наименование юридического лица/ФИО индивидуального предпринимателя)

1177746337460
(основной государственный регистрационный номер)

1. Сведения о члене саморегулируемой организации:		
1.1	Идентификационный номер налогоплательщика	7734402034
1.2	Полное наименование юридического лица (Фамилия Имя Отчество индивидуального предпринимателя)	Общество с ограниченной ответственностью «Ф-метрикс»
1.3	Сокращенное наименование юридического лица	ООО «Ф-метрикс»
1.4	Адрес юридического лица Место фактического осуществления деятельности (для индивидуального предпринимателя)	125167, Россия, Москва, г. Москва, ул. 8 марта 4-я, д. 6А, стр. 2, ком. 5
1.5	Является членом саморегулируемой организации	Ассоциация проектировщиков саморегулируемая организация «Объединение проектных организаций «ЭкспертПроект» (СРО-П-182-02042013)
1.6	Регистрационный номер члена саморегулируемой организации	П-182-007734402034-0384
1.7	Дата вступления в силу решения о приеме в члены саморегулируемой организации	17.04.2017
1.8	Дата и номер решения об исключении из членов саморегулируемой организации, основания исключения	

2. Сведения о наличии у члена саморегулируемой организации права осуществлять подготовку проектной документации:		
2.1 в отношении объектов капитального строительства (кроме особо опасных, технически сложных и уникальных объектов, объектов использования атомной энергии) (дата возникновения/изменения права)	2.2 в отношении особо опасных, технически сложных и уникальных объектов капитального строительства (кроме объектов использования атомной энергии) (дата возникновения/изменения права)	2.3 в отношении объектов использования атомной энергии (дата возникновения/изменения права)
Да, 17.04.2017	Да, 06.07.2017	Нет

3. Компенсационный фонд возмещения вреда		
3.1	Уровень ответственности члена саморегулируемой организации по обязательствам по договору подряда на подготовку проектной документации, в соответствии с которым указанным членом внесен взнос в компенсационный фонд возмещения вреда	**Первый уровень ответственности (не превышает двадцать пять миллионов рублей)**
3.2	Сведения о приостановлении / прекращении права осуществлять подготовку проектной документации объектов капитального строительства	
4. Компенсационный фонд обеспечения договорных обязательств		
4.1	Дата, с которой член саморегулируемой организации имеет право осуществлять подготовку проектной документации по договорам подряда, заключаемым с использованием конкурентных способов заключения договоров, в соответствии с которым указанным членом внесен взнос в компенсационный фонд обеспечения договорных обязательств	**13.07.2018**
4.2	Уровень ответственности члена саморегулируемой организации по обязательствам по договорам подряда на подготовку проектной документации, заключаемым с использованием конкурентных способов заключения договоров, в соответствии с которым указанным членом внесен взнос в компенсационный фонд обеспечения договорных обязательств	**Первый уровень ответственности (не превышает двадцать пять миллионов рублей)**
4.3	Дата уплаты дополнительного взноса	**Нет**
4.4	Сведения о приостановлении / прекращении права осуществлять подготовку проектной документации по договорам подряда, заключаемым с использованием конкурентных способов заключения договоров	
5. Фактический совокупный размер обязательств		
5.1	Фактический совокупный размер обязательств по договорам подряда на подготовку проектной документации, заключаемым с использованием конкурентных способов заключения договоров на дату выдачи выписки	**Нет**

Руководитель аппарата

НОПРИЗ

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН УСИЛЕННОЙ КВАЛИФИЦИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Владелец: Кожуховский Алексей Олегович

123056, г. Москва, ул. 2-я Брестская, д. 5

СЕРТИФИКАТ 0402FE9100C0B0148D4019113D8DEA876F

ДЕЙСТВИТЕЛЕН: С 20.11.2023 ПО 20.11.2024

А.О. Кожуховский