МФС | Генеральный Подрядчик

Общество с ограниченной ответственностью
«Генеральный подрядчик - МФС»
ул. Рябиновая, д. 22А, стр. 2, Москва, 121471

ОКПО 75321383 ОГРН 1047796934195
ИНН 7704539433 КПП 772901001

Тел.: +7 495 505-97-33, доб. 4101
E-mail: sekretariat-mfs@pik.ru

Заказчик – Московский фонд реновации жилой застройки

Жилой дом с приспособлением подземной автостоянки под защитное сооружение гражданской обороны - "укрытие" (ЗСГО), с инженерными сетями и благоустройством территории по адресу: г. Москва, район Новогиреево, Кусковская улица, земельный участок 12/1 (Кусковская ул., вл. 12) (Восточный административный округ)

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Раздел 9. Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

Книга 2. Отчет по результатам расчета определения величины пожарного риска.

1190-01-МОПБ2

Том 9.2

2022

МФС | Генеральный Подрядчик

Общество с ограниченной ответственностью
«Генеральный подрядчик - МФС»
ул. Рябиновая, д. 22А, стр. 2, Москва, 121471

ОКПО 75321383 ОГРН 1047796934195
ИНН 7704539433 КПП 772901001

Тел.: +7 495 505-97-33, доб. 4101
E-mail: sekretariat-mfs@pik.ru

Заказчик – Московский фонд реновации жилой застройки

Жилой дом с приспособлением подземной автостоянки под защитное сооружение гражданской обороны - "укрытие" (ЗСГО), с инженерными сетями и благоустройством территории по адресу: г. Москва, район Новогиреево, Кусковская улица, земельный участок 12/1 (Кусковская ул., вл. 12) (Восточный административный округ)

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Раздел 9. Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.
Книга 2. Отчет по результатам расчета определения величины пожарного риска.

1190-01-МОПБ2

Том 9.2

Уполномоченное лицо
по доверенности № 395 от 09.08.2021
Главный инженер проекта / Вайсертригер Н.А.

Главный инженер проекта / Вайсертригер Н.А.

Общество с ограниченной ответственностью • Производственно-технический отдел • ГП-МФС • Москва • Для документов

20.04.2022

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

ООО «Проектное бюро АПЕКС»
115114, Россия, Москва, Дербеневская наб., д.7, стр.9
T/F: +7495 135 8005, www.apex-project.ru

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

ЖИЛОЙ ДОМ С ПРИСПОСОБЛЕНИЕМ ПОДЗЕМНОЙ АВТОСТОЯНКИ ПОД ЗАЩИТНОЕ СООРУЖЕНИЕ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ – «УКРЫТИЕ» (ЗСГО), С ИНЖЕНЕРНЫМИ СЕТЯМИ И БЛАГОУСТРОЙСТВОМ ТЕРРИТОРИИ

по адресу: г. Москва, район Новогиреево, Кусковская улица, земельный участок 12/1 (Кусковская ул., вл. 12) (Восточный административный округ)

Раздел 9. Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.
Книга 2. Отчет по результатам расчета определения величины пожарного риска.

1190-01-МОПБ2
Том 9.2

член Ассоциации Саморегулируемая организация «Профессиональное сообщество проектировщиков» (АССОЦИАЦИЯ СРО «ПСП»), регистрационный номер в государственном реестре саморегулируемых организаций СРО-П-190-23042014, регистрационный номер № 54

ООО «Проектное бюро АПЕКС»
115114, Россия, Москва, Дербеневская наб., д.7, стр.9
T/F: +7495 135 8005, www.apex-project.ru

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

ЖИЛОЙ ДОМ С ПРИСПОСОБЛЕНИЕМ ПОДЗЕМНОЙ АВТОСТОЯНКИ ПОД ЗАЩИТНОЕ СООРУЖЕНИЕ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ – «УКРЫТИЕ» (ЗСГО), С ИНЖЕНЕРНЫМИ СЕТЯМИ И БЛАГОУСТРОЙСТВОМ ТЕРРИТОРИИ)

по адресу: г. Москва, район Новогиреево, Кусковская улица, земельный участок 12/1 (Кусковская ул., вл. 12) (Восточный административный округ)

Раздел 9. Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.
Книга 2. Отчет по результатам расчета определения величины пожарного риска.

1190-01-МОПБ2
Том 9.2

Генеральный директор Матвеев Ю.М.

Главный инженер проекта Поляков И.С.

2022 г.

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

Жилой дом с приспособлением подземной автостоянки под защитное сооружение гражданской обороны – «укрытие» (ЗСГО), с инженерными сетями и благоустройством территории» по адресу: г. Москва, район Новогиреево, Кусковская улица, земельный участок 12/1 (Кусковская ул., вл. 12) (Восточный административный округ)

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Раздел 9. Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Часть 2. Отчет по результатам расчета определения величины пожарного риска

1190-01-МОПБ2

Том 9.2

Генеральный директор _____ Кривошеев В.В.

Разработчик _____ Аксенов Д. А.

Москва 2022 г.

Содержание тома

Обозначение	Наименование	Примечание
1190-01-МОПБ2.ПЗ	Пояснительная записка	
	Выписка СРО	

Согласовано

Инв. № подл.

Подп. № дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп	Дата
Разработал		Аксенов			06.22
Проверил		Кораблева			06.22
Н.контр.		Алексеев			06.22

1190-01-МОПБ2.С

Пояснительная записка

Стадия	Лист	Листов
П	1	119

ООО «Ф-метрикс»

Содержание

1. Наименование и адрес объекта защиты 6
1.1. Вводная часть 6
1.2. Построение полей опасных факторов пожара 7
2. Анализ пожарной опасности объекта защиты 8
2.1. Описание объекта защиты 8
2.2. Основание для проведения расчета пожарного риска. 9
2.3 Перечень рассматриваемых сценариев развития пожара 9
3. Исходные данные для проведения расчета по оценке пожарного риска 10
3.1. Характеристика объекта защиты 10
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) 11
3.3. Сведения о количестве и размещении людей на объекте, в том числе относящихся к маломобильным и немобильным группам населения 12
3.4. Описание принятых сценариев (сценария) пожара 12
3.4.1 Сценарий №1 (жилье, корпус 1 секция 2) 12
3.4.2 Сценарий №2 (жилье, корпус 2 секция 18) 12
3.4.3 Сценарий №3 (автостоянка) 13
3.5. Описание параметров системы противодымной защиты (места размещения дымоприемных устройств и их расходы, места размещения компенсационных притоков и их расходы) 14
3.6. Наличие или отсутствие автоматических установок пожаротушения в помещении очага пожара 15
3.7. Используемый в расчете метод математического моделирования пожара 15
3.7.1 Описание полевого метода моделирования пожара в здании 15
4 Наименование использованной методики расчета по оценке пожарного риска 17
4.1 Порядок определения времени блокирования путей эвакуации 17
4.2 Оценка последствий воздействия опасных факторов пожара на людей для различных сценариев его развития 17
4.3 Выбор модели эвакуации людей 17
4.4 Описание модели эвакуации людей 17
4.5 Эвакуация из мест начального размещения людских потоков 22
4.6 Составление расчетных схем и определение расчетного времени эвакуации людей 26
4.7 Расчет вероятной эвакуации людей 26
4.8 Расчет величины индивидуального пожарного риска 27
4.9 Определение частоты реализации пожароопасных ситуаций 30
5 Значения расчетных величин пожарного риска для объекта защиты 31
5.1 Сценарий №1 (жилье, корпус 1 секция 2) 31
5.1.1 Расчет времени блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара (сценарий №1) 31

5.1.2 Определение вероятности эвакуации людей из здания при пожаре (сценарий №1) 45
5.1.3 Определение вероятности эвакуации людей из здания при пожаре (сценарий №1) 48
5.1.4 Определение величины индивидуального пожарного риска (сценарий №1) 48
5.2 Сценарий №2 (жилье, корпус 2 секция 18) 51
5.2.1 Расчет времени блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара (сценарий №2) 51
5.2.2 Определение вероятности эвакуации людей из здания при пожаре (сценарий №2) 61
5.2.3 Определение вероятности эвакуации людей из здания при пожаре (сценарий №2) 65
5.2.4 Определение величины индивидуального пожарного риска (сценарий №2) 65
5.3 Сценарий №3 (автостоянка) 68
5.3.1 Расчет времени блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара (сценарий №3) 68
5.3.2 Определение вероятности эвакуации людей из здания при пожаре (сценарий №3) 106
5.3.3 Определение вероятности эвакуации людей из здания при пожаре (сценарий №3) 109
5.3.4 Определение величины индивидуального пожарного риска (сценарий №3) 109
6 Вывод о соответствии или несоответствии расчетных величин пожарного риска соответствующим нормативным значениям пожарных рисков, установленным Федеральным законом "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" 112
7 Приложения 113

1. Наименование и адрес объекта защиты

Наименование и адрес объекта защиты, в отношении которого выполнен расчет по определению величины пожарного риска: Жилой дом с приспособлением подземной автостоянки под защитное сооружение гражданской обороны – «укрытие» (ЗСГО), с инженерными сетями и благоустройством территории» по адресу: г. Москва, район Новогиреево, Кусковская улица, земельный участок 12/1 (Кусковская ул., вл. 12) (Восточный административный округ).

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 одного из следующих условий:

– в полном объеме выполнены требования пожарной безопасности, установленные техническими регламентами, принятыми в соответствии с Федеральным законом "О техническом регулировании", и пожарный риск не превышает допустимых значений, установленных настоящим Федеральным законом;

– в полном объеме выполнены требования пожарной безопасности, установленные техническими регламентами, принятыми в соответствии с Федеральным законом "О техническом регулировании", и нормативными документами по пожарной безопасности.

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. № 6 к п.12 Методики, утвержденной приказом МЧС России от 30 июня 2009 г. №382 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности» (в ред. приказа МЧС РФ, от 02.12.2015 № 632) (далее – Методика-382).

Согласно п.17 Методики-382, 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-382 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, рассчитанных на единовременное присутствие 50 и более человек;

– в системах помещений, в которых из-за распространения ОФП возможно быстрое блокирование путей эвакуации (коридоров, эвакуационных выходов и т.д.). При этом очаг пожара выбирается в помещении малого объема вблизи от одного из эвакуационных выходов, либо в помещении с большим количеством горючей нагрузки, характеризующейся высокой скоростью распространения пламени;

– 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

На территории участка по адресу: г.Москва, район Новогиреево, Кусковская улица, земельный участок 12/1 (Кусковская ул., вл..12) (Восточный административный округ) предусматривается строительство жилого здания со встроенными помещениями общественного назначения и подземной автостоянкой.

Участок проектирования ограничен:

с севера – ул. Кусковская,

с юга – территория РЖД, гаражный комплекс,

с запада - территория Перовского суда, гаражный комплекс,

с востока – территория свободная от застройки.

Проектом предусматривается строительство жилого здания, состоящего из двух корпусов 16 этажных. Комплекс имеет 1 подземный этаж с размещением на нем автостоянки, технических помещений, в случае ЧС используется в качестве защитного сооружения гражданской обороны – «укрытие» (ЗСГО). На первом этаже комплекса располагаются места общего пользования (далее – «МОП»), помещения общественного назначения без конкретной технологии (далее - «БКТ»), помещения охраны автостоянки в корпусе № 1.

Основной въезд на участок предусмотрен с ул. Кусковская. По периметру планируется организовать открытые гостевые автостоянки для посетителей встроенно-пристроенных помещений, гостей жилого комплекса и места для МГН. Въезд на территорию подземного паркинга предусмотрен с проектируемого проезда в северной части участка через отдельно стоящую рампу.

Конструктивная система зданий, принятая в проекте - каркасно-стеновая с ядрами жесткости. Каркас образуется системой вертикальных элементов - пилонов, стен и ядер жесткости, в роли которых выступают лестничные клетки и шахты лифтов, и горизонтальных дисков – плит перекрытий.

Пространственная жесткость обеспечивается совместной работой несущих конструкций перекрытий, железобетонных колонн и пилонов, вертикальных ядер жесткости (несущие железобетонные стены лестничных клеток и лифтовых шахт) и вертикальных диафрагм жесткости имеющих жесткую заделку в фундаментную плиту.

Все несущие конструкции комплекса запроектированы из монолитного железобетона.

Описание состава систем противопожарной защиты:

- автоматическая пожарная сигнализация;
- система оповещения и управления эвакуацией 1-го, 2-го и 4-го типов;
- система противодымной вентиляции;
- система автоматического пожаротушения.

2.2. Основание для проведения расчета пожарного риска.

Проведение расчетов по определению величины пожарного риска обусловлено необходимостью подтверждения принятых проектных решений и подтверждения обеспечения безопасности объекта, в том числе безопасности людей.

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 5-м этаже в корпусе 1 секции 2. ОФП распространяются по помещению и за его пределы, при этом создают угрозу блокирования единственного эвакуационного выхода, ведущего на незадымляемую лестничную клетку;

– пожар происходит в жилом помещении на 10-м этаже в корпусе 2 секции 18. ОФП распространяются по помещению и за его пределы, при этом создают угрозу блокирования единственного эвакуационного выхода, ведущего на незадымляемую лестничную клетку;

– пожар происходит в помещении автостоянки на “минус” 1-м этаже. ОФП распространяются по помещению и за его пределы, при этом блокируют ближайшие эвакуационные выходы.

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

Количество пожарных отсеков, входящих в состав объекта защиты, класс их функциональной пожарной опасности:

– **ПО №1- ПО №6** – подземная автостоянка с площадью этажа в пределах пожарного отсека не более 3000 м^2, класс функциональной пожарной опасности Ф5.2;

– **ПО №7** – корпус 1 секции 1–3 (со встроенными помещениями общественного назначения) с площадью этажа в пределах пожарного отсека не более 1500 м^2, класс функциональной пожарной опасности Ф 1.3. Высота пожарного отсека не более 50м;

– **ПО №8** – корпус 1 секции 4-9 (со встроенными помещениями общественного назначения) с площадью этажа в пределах пожарного отсека не более 2500 м^2, класс функциональной пожарной опасности Ф 1.3. Высота пожарного отсека не более 50м;

– **ПО №9** – корпус 2 секции 10-13 (со встроенными помещениями общественного назначения) с площадью этажа в пределах пожарного отсека не более 1500 м^2, класс функциональной пожарной опасности Ф 1.3. Высота пожарного отсека не более 50м;

– **ПО №10** – корпус 2 секции 14-19 (со встроенными помещениями общественного назначения) с площадью этажа в пределах пожарного отсека не более 2500 м^2, класс функциональной пожарной опасности Ф 1.3. Высота пожарного отсека не более 50м.

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

– в помещениях подземной автостоянки (Ф5.2) – 24 часа;
– в жилых помещениях (Ф1.3) – 24 часа;
– в технических помещения (Ф5.1) – 12 часов;
– в офисных помещениях (Ф4.3) – 12 часов;
– в ЦИН (Центр информирования населения (Ф3.5) – 12 часов.

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

Таблица 1

Расположение	Наименование	Размеры, м	Кол-во	Места размещения
Жилье Корпус 1 Секция 2				
Этаж 1	Выход 1 (из здания)	1,1*2,0	1	Выход из ЛК наружу
Этаж (2-16)	Выход 1 (с этажа)	Ширина марша:1,05 м Ширина площадок: 1,05 м Ширина выходов с этажей: 0,95 м Ширина выходов из ЛК: 1,1 м	1	Выход с этажа на ЛК
Жилье Корпус 2 Секция 18				
Этаж 1	Выход 1 (из здания)	1,1*2,0	1	Выход из ЛК наружу
Этаж (2-16)	Выход 1 (с этажа)	Ширина марша:1,05 м Ширина площадок: 1,05 м Ширина выходов с этажей: 0,95 м	1	Выход с этажа на ЛК

		Ширина выходов из ЛК: 1,1 м		
Автостоянка				
Этаж -1	Выход 1 (с этажа)	1,2*2,0	15	Выход с этажа на ЛК
Этаж 1	Выход 1 (из здания)	1,2*2,0	11	Выход из ЛК наружу

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) приведено в таблице ниже.

Таблица 2

Наименование ЛК	Кол-во	Тип ЛК	Параметры ЛК
Жилье Корпус 1 Секция 2			
Лестничная клетка (ЛК1)	1	Н2	Ширина марша:1,05 м Ширина площадок: 1,05 м Ширина выходов с этажей: 0,95 м Ширина выходов из ЛК: 1,1 м
Жилье Корпус 2 Секция 18			
Лестничная клетка (ЛК1)	1	Н2	Ширина марша:1,05 м Ширина площадок: 1,05 м Ширина выходов с этажей: 0,95 м Ширина выходов из ЛК: 1,1 м
Автостоянка			
Лестничная клетка (ЛК1)	11	обычная	Ширина марша:1,20 м Ширина площадок: 1,20 м Ширина выходов с этажей: 1,20 м Ширина выходов из ЛК: 1,2 м

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

Таблица 3

Наименование ПБЗ	Расположение ПБЗ	Площадь ПБЗ, м^2	Количество ПБЗ
Жилье Корпус 1 Секция 2			
ПБЗ_02-ПБЗ_16	Этаж 2-16	11,44	15
Жилье Корпус 2 Секция 18			
ПБЗ_02-ПБЗ_18	Этаж 2-18	3,60	17
ПБЗ_01-ПБЗ_19	Этаж “минус” 1	2,87	19

Поэтажные планы объекта защиты представлены на рисунках в разделе 5.1.2, 5.2.2, 5.3.2 настоящего отчета.

Данные о высоте этажей (помещений) приведены в разделе 5.1.1, 5.2.1, 5.3.1 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 (жилых помещениях предусмотрена СОУЭ 1-го типа, время начала эвакуации – 6,0 мин; в помещении автостоянки предусмотрена СОУЭ 4-го типа, время начала эвакуации – 0,5 мин);

– 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 1 Секции 2:

– на 2–16 этажах: по 19 взрослых человек в зимней одежде, 1 человеку гр. М2, 1 человеку гр. М3, 1 человеку гр. М4.

Для Корпуса 2 Секции 18:

– на 2–16 этажах: по 14 взрослых человек в зимней одежде, 1 человеку гр. М2, 1 человеку гр. М3, 1 человеку гр. М4.

Для автостоянки:

– на “минус” 1 этаже: 351 взрослый человек в зимней одежде, 19 человек гр. М2, 19 человек гр. М3, 19 человек гр. М4.

3.4. Описание принятых сценариев (сценария) пожара

3.4.1 Сценарий №1 (жилье, корпус 1 секция 2)

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

2) Расчетная область: помещения, находящиеся на 5-м этаже в корпусе 1 секции 2. Дверь помещения очага пожара принималась открытой. Размер ячейки области расчета, используемой в сценарии равен 0,25м.

3) Параметры горючей нагрузки (жилые помещения гостиниц, общежитий и т.д.), использовавшейся при моделировании представлены в таблице ниже (Методика-382).

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 11,21 $м^2$.

3.4.2 Сценарий №2 (жилье, корпус 2 секция 18)

1) Место возникновения пожара: пожар происходит в жилом помещении на 10-м этаже в корпусе 2 секции 18. ОФП распространяются по помещению и за его пределы, при этом создают угрозу блокирования единственного эвакуационного выхода, ведущего в незадымляемую лестничную клетку.

2) Расчетная область: помещения, находящиеся на 10-м этаже в корпусе 2 секции 18. Дверь помещения очага пожара принималась открытой. Размер ячейки области расчета, используемой в сценарии равен 0,25м.

3) Параметры горючей нагрузки (жилые помещения гостиниц, общежитий и т.д.), использовавшейся при моделировании представлены в таблице ниже (Методика-382).

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 11,21 $м^2$.

3.4.3 Сценарий №3 (автостоянка)

1) Место возникновения пожара: пожар происходит в помещении автостоянки на “минус” 1-м этаже. ОФП распространяются по помещению и за его пределы, при этом блокируют ближайшие эвакуационные выходы;

2) Расчетная область: часть помещений, находящихся на “ минус” 1-м этаже. Дверь помещения очага пожара принималась открытой. Размер ячейки области расчета, используемой в сценарии равен 0,25м.

3) Параметры горючей нагрузки (автомобиль; 0,3 * (резина, бензин) + 0,15 * (ППУ, искожа ПВХ) + 0,1 * эмаль), использовавшейся при моделировании представлены в таблице ниже (Методика-382).

Таблица 6

Параметр	Единица измерения	Значение
Низшая теплота сгорания	кДж/кг	31700
Линейная скорость распространения пламени	м/с	0,0068
Удельная массовая скорость выгорания	кг/(м² · с)	0,0116
Коэффициент полноты сгорания	–	0,93
Удельная мощность	кВт/м²	343,454
Дымообразующая способность	Нп · м²/кг	487
Потребление кислорода (O_2)	кг/кг	2,64
Выделение углекислого газа (CO_2)	кг/кг	1,295
Выделение угарного газа (CO)	кг/кг	0,097

Выделение хлористого водорода (HCl)	кг/кг	0,0109

4) Максимальная площадь очага пожара для рассматриваемого сценария принята равной 11,21 м^2.

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

Таблица 7

№ 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, корпус 1 секция 2)	Приказ №382	По 1-2 человеку в помещении	Предусмотрен доступ 1-го чел. гр М2-М4 на каждом этаже кроме 1— этажа	Индивидуально-поточная модель расчета движения людей	Полевая модель расчета времени блокирования путей эвакуации	Жилые помещения гостиниц, общежитий и т.д. (S=7,21 м^2)	Безопасная эвакуация людей при пожаре
2 (жилье, корпус 1 секция 2)	Приказ №382	По 1-2 человеку в помещении	Предусмотрен доступ 1-го чел. гр М2-М4 на каждом этаже кроме 1— этажа	Индивидуально-поточная модель расчета движения людей	Полевая модель расчета времени блокирования путей эвакуации	Жилые помещения гостиниц, общежитий и т.д. (S=7,43 м^2)	Безопасная эвакуация людей при пожаре
3 (автостоянка)	Приказ №382	408 чел.	Предусмотрен доступ по 19 чел. гр М2-М4 на “минус” 1 этаже	Индивидуально-поточная модель расчета движения людей	Полевая модель расчета времени блокирования путей эвакуации	Автомобиль (S=26,83 м^2)	Безопасная эвакуация людей при пожаре

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, корпус 1) была учтена работа противодымной вентиляции: система дымоудаления (ВД2.1 = 20600 м^3/ч), система приточной противодымной вентиляции (П2.1 = 12800 м^3/ч). Планы с указанием мест размещения дымоприемных устройств, а также мест размещения компенсационных притоков приведены в приложении;

– в сценарии №2 (жилье, корпус 2) была учтена работа противодымной вентиляции: система дымоудаления (ВД18.1 = 20700 м^3/ч), система приточной противодымной вентиляции (ПД18.1 = 12800 м^3/ч). Планы с указанием мест размещения дымоприемных устройств, а также мест размещения компенсационных притоков приведены в приложении;

– в сценарии №3 при моделировании пожара работа противодымной вентиляции не учитывалась.

3.6. Наличие или отсутствие автоматических установок пожаротушения в помещении очага пожара

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

– в сценариях №1–3 при моделировании пожара работа системы автоматического пожаротушения не учитывалась.

3.7. Используемый в расчете метод математического моделирования пожара

Математическую модель пожара определяем согласно прил. №6 Методики-382.

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:

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

,

$$h = h_0 + \int_{T_0}^{T} c_p \cdot dT + \sum_k \left(Y_k \cdot H_k \right)$$

где - 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:

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

.

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-382.

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 8

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 9

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.18, 19 Методики-382.

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 приложениями №2-5 Методики-382 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.

Перед началом моделирования процесса эвакуации задается схема эвакуационных путей в здании. Все эвакуационные пути подразделяются на эвакуационные участки длиной a и шириной b. Длина и ширина каждого участка пути эвакуации для проектируемых зданий принимаются по проекту, а для построенных — по фактическому положению. Длина пути по лестничным маршам измеряется по длине марша. Длина пути в дверном проеме принимается равной нулю. Эвакуационные участки могут быть горизонтальные и наклонные (лестница вниз, лестница вверх и пандус).

За габариты человека в плане принимается эллипс с размерами осей 0,5 м (ширина человека в плечах) и 0,25 м (толщина человека). Задаются координаты каждого человека x_i — расстояние от центра эллипса до конца эвакуационного участка, на котором он находится. Если разность координат некоторых людей, находящихся на эвакуационном участке, составляет менее 0,25 м, то принимается, что люди с этими координатами расположены рядом друг с другом — сбоку один от другого (условно: «в ряд»). При этом, исходя из габаритов человека в плане и размеров эвакуационного участка (длина и ширина) для каждого эвакуационного участка определяются: максимально возможное количество человек в одном ряду сбоку друг от друга и максимально возможное количество людей на участке.

Задаются координаты каждого человека x_i - расстояние от центра эллипса до конца эвакуационного участка, на котором он находится (Рисунок 1).

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

Координата каждого человека в момент времени t определяется по формуле:

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

– 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.

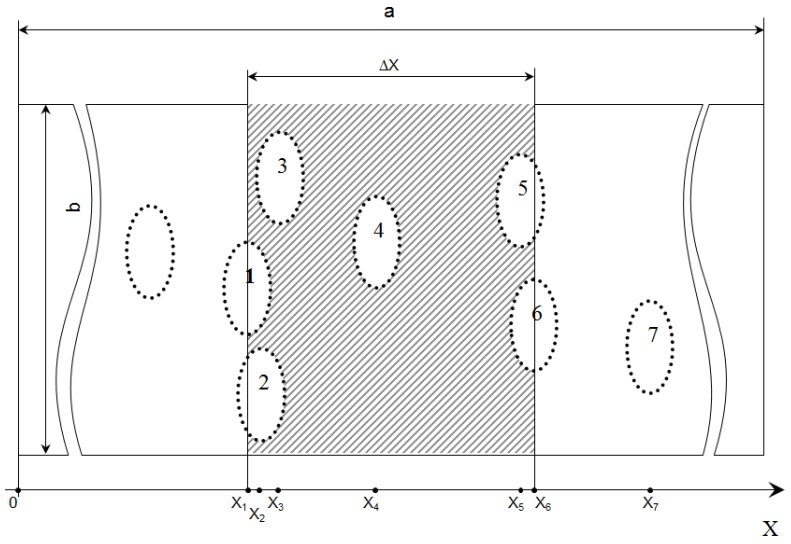


Рисунок 1 – Координатная схема размещения людей на путях эвакуации

Скорость i-го человека $V_i(t)$ в момент времени t определяется по таблице П2.1 приложения 2 к Методике-382 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:

$$D_i(t) = \left(n(t) - 1\right) \cdot f / \left(b \cdot \Delta x\right) \text{ м}^2/\text{м}^2,$$

– 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:

$$x_i(t) = \left[x_i(t - dt) - V_i(t) \cdot dt\right] + a_j - l_j \text{ м},$$

– 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 $Q_j(t)$:

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

– 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, м².

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:

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

– 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.

Если значение $m \le Q_j(t)$, то все m человек переходят на следующий эвакуационный участок и их координаты определяются в соответствии с формулой. 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, 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.

На рисунке 2 изображена блок-схема определения расчетного времени эвакуации людей из здания.

На основании заданных начальных условий (начальных координат людей, параметров эвакуационных участков) определяются плотности людских потоков на путях эвакуации и пропускные способности выходов с эвакуационных участков. Далее, в момент времени $t = t + dt$, определяется наличие ОФП на путях эвакуации. В зависимости от этого выбирается направление движения каждого человека и вычисляется новая координата каждого человека. После этого снова определяются плотности людских потоков на путях эвакуации и пропускные способности выходов. Затем вновь дается приращение по времени dt и определяются новые координаты людей с учетом наличия ОФП на путях эвакуации в этот момент времени. После этого процесс повторяется. Расчеты проводятся до тех пор, пока все люди не будут эвакуированы из здания.

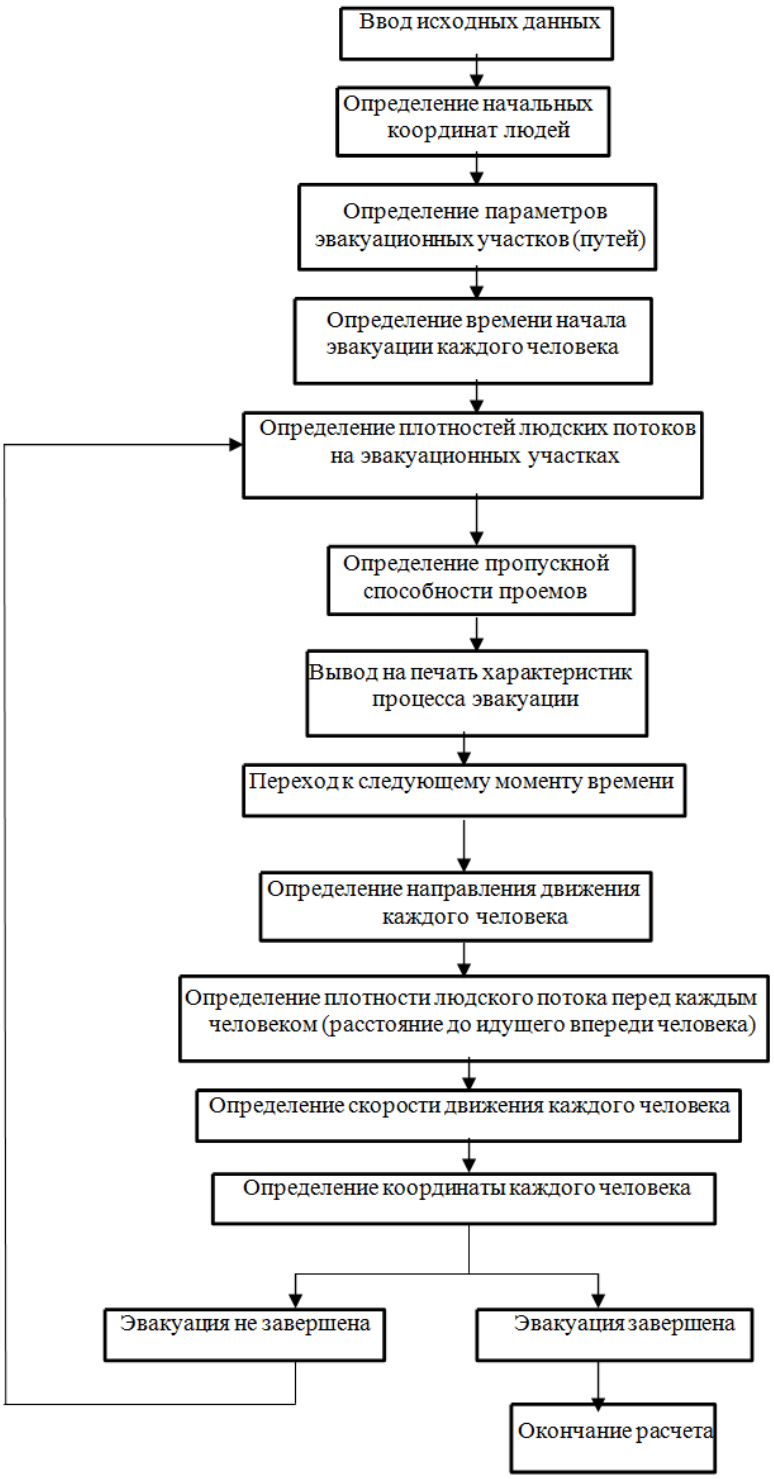


Рисунок 2 – Блок-схема определения расчетного времени эвакуации

Статья 53 и 89 №123-ФЗ требует организации безопасной (своевременной и беспрепятственной) эвакуации 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):

$$t_{эв} < t_{нб},$$

– где $t_{эв} = t_{ин} + t_{н.э} + t_{р}$ – значение времени эвакуации последнего из людей в здании;

– $t_{ин}$ – инерционность системы оповещения – интервал времени от возникновения пожара до начала оповещения о пожаре;

– $t_{н.э}$ – интервал времени от получения сигнала о пожаре до начала эвакуации людей; определяется психофизиологией поведения людей при получении информации о ЧС.

– $t_{р}$ – расчетное значение максимального времени выхода замыкающей части людского потока с момента начала эвакуации.

– $t_{нб}$ – 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):

$$D_i < D_{\max}$$

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:

$$P_{i,k} < Q_{i+1,k}$$

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. Можно выделить две характерные ситуации.

В помещении перед дверным проёмом образуется скопление людей с максимальной плотностью. В таком случае интенсивность движения в дверном проеме будет составлять 8,5 м/мин (и менее, в зависимости от ширины проема). Тогда плотность людского потока в коридоре не будет превышать, как правило, значений 0,05-0,2 м^2/м^2, что соответствует скоростям движения 100 – 40 м/мин.

В случае, если движение людей через дверной проём проходит беспрепятственно, то интенсивность движения в дверном проёме может достигать максимальных значений – 19.6 м/мин. В таком случае, плотность людского потока в коридоре будет находиться в диапазоне 0.2 м^2/м^2 – 0.5 м^2/м^2 в зависимости от ширины коридора. Скорость движения при этом упадет до 60- 30 м/мин.

Длина пути эвакуации по двухмаршевой и трехмаршевой лестницам между этажами согласно Приложению 5 настоящей Методики-382, определяются 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.

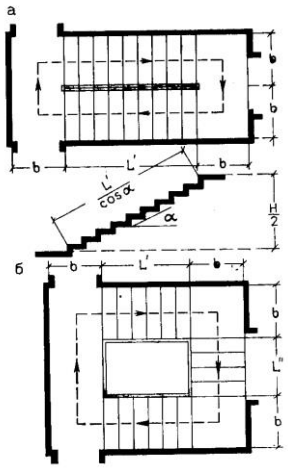


Рисунок 3 – Иллюстрация к определению длины пути движения по двух и трехмаршевой лестницам

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 4 – 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.

Таблица 10

Тип одежды	Ширина (а), м	Толщина ©, м	Площадь горизонтальной проекции, м²/чел.
летняя	0,46	0,28	0,100
весенне-осенняя	0,48	0,30	0,113
зимняя	0,50	0,32	0,125

Площади горизонтальной проекции детей и подростков людей указаны в таблице ниже.

Таблица 11

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

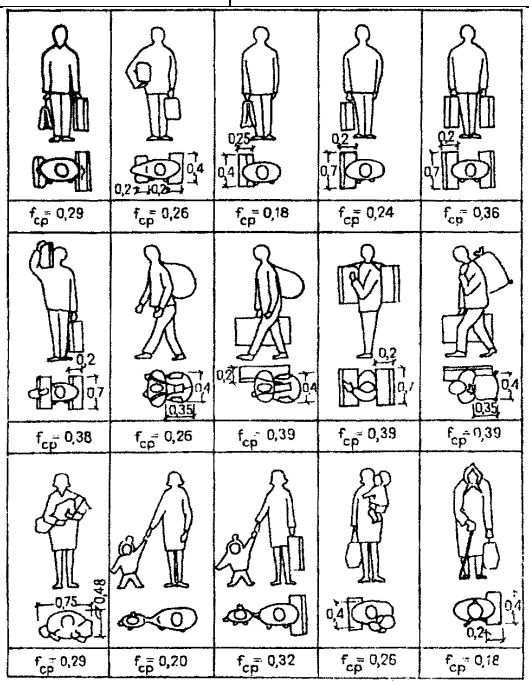
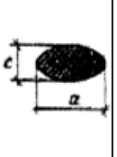
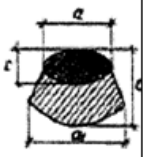
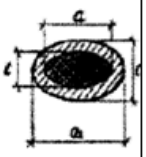
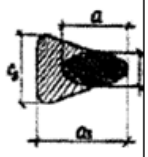
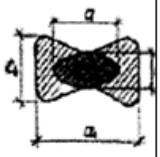
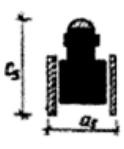
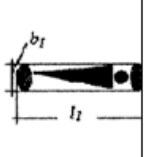
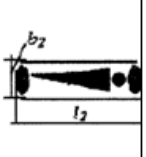


Рисунок 5 – Площадь горизонтальной проекции людей с различным грузом

Площадь горизонтальной проекции людей с ограниченной мобильностью, м²/чел. указаны в таблице ниже.

Таблица 12

Здоровые люди, слабослышащие, с ограничением	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	i_1 = 2,10	i_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 Федерального закона №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

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 $P_{Э.i}$ рассчитывают по формуле согласно :

$$P_{Э.i} = \begin{cases} 0{,}999 \cdot \dfrac{0{,}8 \cdot \tau_{бл} - t_P}{\tau_{Н.Э}}, \text{если } t_P < 0{,}8 \cdot \tau_{бл} < t_P + \tau_{Н.Э}.и.\text{t}_{\text{ск}} \le 6мин; \\ 0{,}999, \text{если } t_P + \tau_{Н.Э} \le 0{,}8 \cdot \tau_{бл}.и.\text{t}_{\text{ск}} \le 6мин; \\ 0{,}000 \text{ если } t_P \ge 0{,}8 \cdot \tau_{бл}, или..\text{t}_{\text{ск}} \rangle 6мин \end{cases},$$

– где t_p - расчетное время эвакуации людей, мин;

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

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

– $t_{ск}$ - время существования скоплений людей на участках пути (плотность людского потока на путях эвакуации превышает значение 0,5 м^2/м^2).

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:

$$t_{НЭ} = 5 + 0{,}01 \cdot F$$

– где F – площадь помещения (м^2).

В случае если время начала эвакуации, рассчитанное по указанной формуле, превышает время начала эвакуации, определенное в соответствии с таблицей П5.1 Методики-382, время начала эвакуации из помещения очага пожара следует принимать по таблице П5.1 Методики-382.

4.8 Расчет величины индивидуального пожарного риска

Индивидуальный пожарный риск отвечает требуемому, если:

$$Q_В \le Q_В^Н,$$

где $Q_В^Н$ – нормативное значение индивидуального пожарного риска, $Q_В^Н \le 10^{-6} год^{-1}$;

– $Q_В$ – расчетная величина индивидуального пожарного риска.

Здания общественного назначения (за исключением классов функциональной пожарной опасности Ф1.1, Ф1.3, Ф1.4)

Расчетная величина индивидуального пожарного риска Q_B в каждом корпусе рассчитывают по формуле:

$$Q_{B,i} = Q_{П,i} \cdot \left(1 - K_{an,i}\right) \cdot P_{пр,i} \cdot \left(1 - P_{Э,i}\right) \cdot \left(1 - K_{П.З,i}\right)$$

где:

– $Q_{П,i}$ – частота возникновения пожара в здании в течение года;

– $K_{an,i}$ – коэффициент, учитывающий соответствие установок автоматического пожаротушения (далее – АУП) требованиям нормативных документов по пожарной безопасности. Значение параметра $K_{an,i}$ принимается равным $K_{an,i} = 0{,}9$, 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.

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

$P_{пр,i}$ – вероятность присутствия людей в здании, определяемая из соотношения $P_{пр,i} = t_{функц.i} / 24$,где $t_{функц.i}$ – время нахождения людей в здании в часах;

$P_{Э,i}$ – вероятность эвакуации людей;

$K_{П.З,i}$ –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, Кп.з рассчитывается по формуле:

$$K_{\text{п.з},i} = 1-(1-K_{обн,i} \cdot K_{СОУЭ,i}) \cdot (1-K_{обн,i} \cdot K_{ПДЗ,i}),$$

– 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.

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

- здание оборудовано системой оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей, соответствующей требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;
- оборудование здания системой оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей не требуется в соответствии с требованиями нормативных документов по пожарной безопасности.

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.

В остальных случаях $K_{ПДЗ,i}$ принимается равной нулю.

Здания (пожарные отсеки) класса функциональной пожарной опасности Ф1.1 и Ф1.3

$$Q_{В,i} = Q_{П,i}\left[1-\left(P_{Э,i}+\left(1-P_{Э,i}\right)\cdot P_{СП,i}\right)\right],$$

– где: $Q_{П,i}$ - частота возникновения пожара в здании в течение года;

– $P_{Э,i}$ - вероятность эвакуации людей;

– $P_{СП,i}$ - вероятность спасения людей.

Вероятность эвакуации $P_{э,i}$ из зданий рассчитывают по формуле:

$$P_{э,i} = \frac{N_{\Sigma,i} - N_{неэв,i}}{N_{\Sigma,i}} \cdot 0,999$$

– где $N_{\Sigma,i}$ - общее количество людей, эвакуирующихся в рассматриваемом сценарии;

– $N_{неэв,i}$ - количество не эвакуировавшихся людей. Определяется путем суммирования по всем участкам путей эвакуации людей, не успевших покинуть указанный участок до его блокирования опасными факторами пожара (для которых $t_р + t_{нэ} > 0,8 \cdot t_{бл}$), и людей, попавших в скопление продолжительностью более 6 мин $(t_{ск} > 6 мин.)$;

– $t_р$ - расчетное время эвакуации людей, мин;

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

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

– $t_{ск}$ - время существования скоплений людей на участках пути (плотность людского потока на путях эвакуации превышает значение 0,5 м2/м2).

Вероятность спасения $P_{сп,i}$ определяется по формуле:

$$P_{сп,i} = 1 - \left(1 - K_{п.з,i}\right)\left(1 - K_{ФПС,i}\right)\left(1 - K_{ф,i}\right)\left(1 - K_{эв,i}\right),$$

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

– $K_{ФПС,i}$ – коэффициент, учитывающий дислокацию подразделений пожарной охраны на территории поселений и городских округов, принимается равным $K_{ФПС,i} = 0,95$ в случае соответствия ее требованиям Технического регламента и нормативных документов по пожарной безопасности. В остальных случаях $K_{ФПС,i}$ принимается равной нулю.

– $K_{ф,i}$ – коэффициент, учитывающий класс функциональной пожарной опасности здания. Значение параметра $K_{ф,i}$ принимается равным $K_{ф,i} = 0,75$ в следующих случаях:

- для зданий класса Ф1.1 в случае соблюдения требований нормативных документов по пожарной безопасности к оснащению первичными средствами пожаротушения;
- для зданий класса Ф1.3 в случае соблюдения требований нормативных документов по пожарной безопасности к устройству аварийных выходов.

В остальных случаях для зданий классов Ф1.1. Ф1.3 $K_{ф,i}$ принимается равной нулю;

$K_{эв,i}$ – коэффициент, учитывающий соответствие путей эвакуации требованиям нормативных документов по пожарной безопасности.

Значение параметра $K_{эв,i}$ принимается равным $K_{эв,i} = 0,8$ в случае соблюдения требований нормативных документов по пожарной безопасности к путям эвакуации.

В остальных случаях $K_{эв,i}$ принимается равной нулю.

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 30 июня 2009 г. №382 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности» (в ред. Приказа МЧС России, от 02.12.2015 N 632).

Частота реализации пожароопасных ситуаций принимаем равной:

– для жилых помещений – $2,6 \cdot 10^{-2}$;

– для помещения автостоянки – $4,0 \cdot 10^{-2}$.

5 Значения расчетных величин пожарного риска для объекта защиты

5.1 Сценарий №1 (жилье, корпус 1 секция 2)

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

Пожар происходит в жилом помещении на 5-м этаже в корпусе 1 секции 2. ОФП распространяются по помещению и за его пределы, при этом создают угрозу блокирования единственного эвакуационного выхода, ведущего в незадымляемую лестничную клетку.

При расчете опасных факторов пожара учитывалась работа систем противодымной вентиляции:

– расход противодымной вентиляции составляет 20600 м^3/час (ВД2.1);

– расход приточной вентиляции составляет 12800 м^3/час (ПД2.1).

Дверь помещения очага пожара принималась открытой. Размер ячейки области расчета, используемой в сценарии равен 0,25м. Высота этажа пожара (от пола до потолка) и помещения очага пожара равна 3,15 м.

Параметры окружающей среды:

– температура: 38 °С

– давление: 99700 Па (748 мм рт. Ст.)

– относительная влажность: 73 %

– температура в помещениях: 38 °С

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



Рисунок 6 – Компьютерная модель 5-го этажа с предполагаемой поверхностью горения и нанесенными расчётными точками

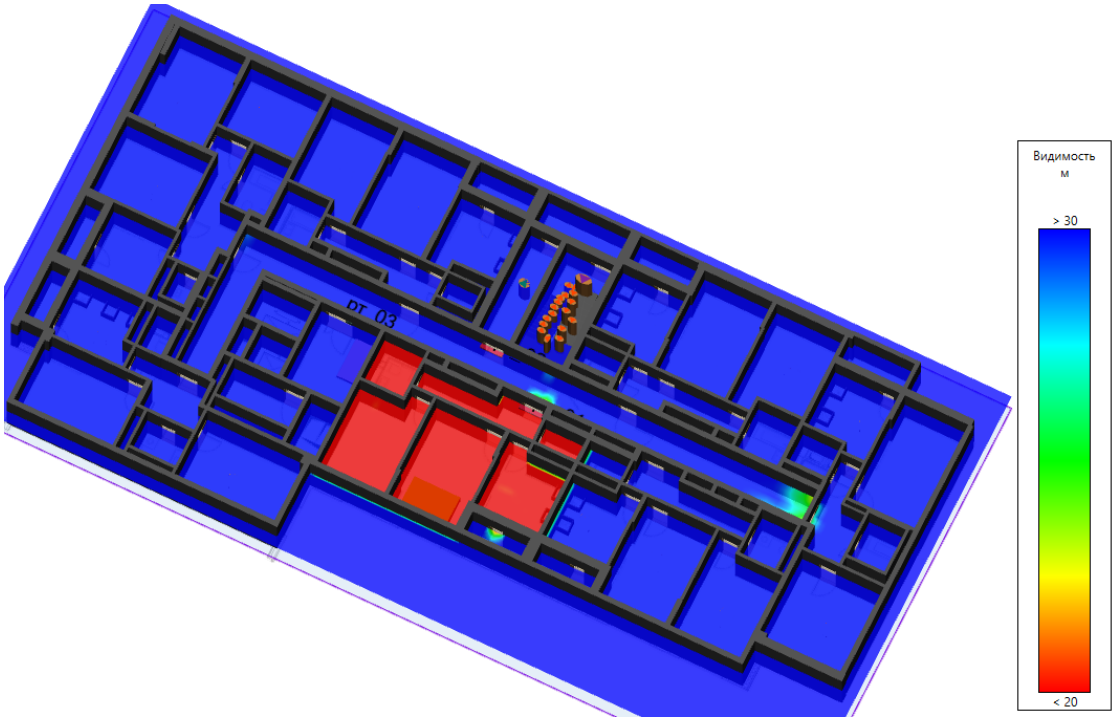


Рисунок 7 – Компьютерная 3D модель 5-го этажа с предполагаемой поверхностью горения и нанесенными расчётными точками (плотность дыма на момент полной эвакуации людей с этажа пожара – 6 мин.25 сек.)

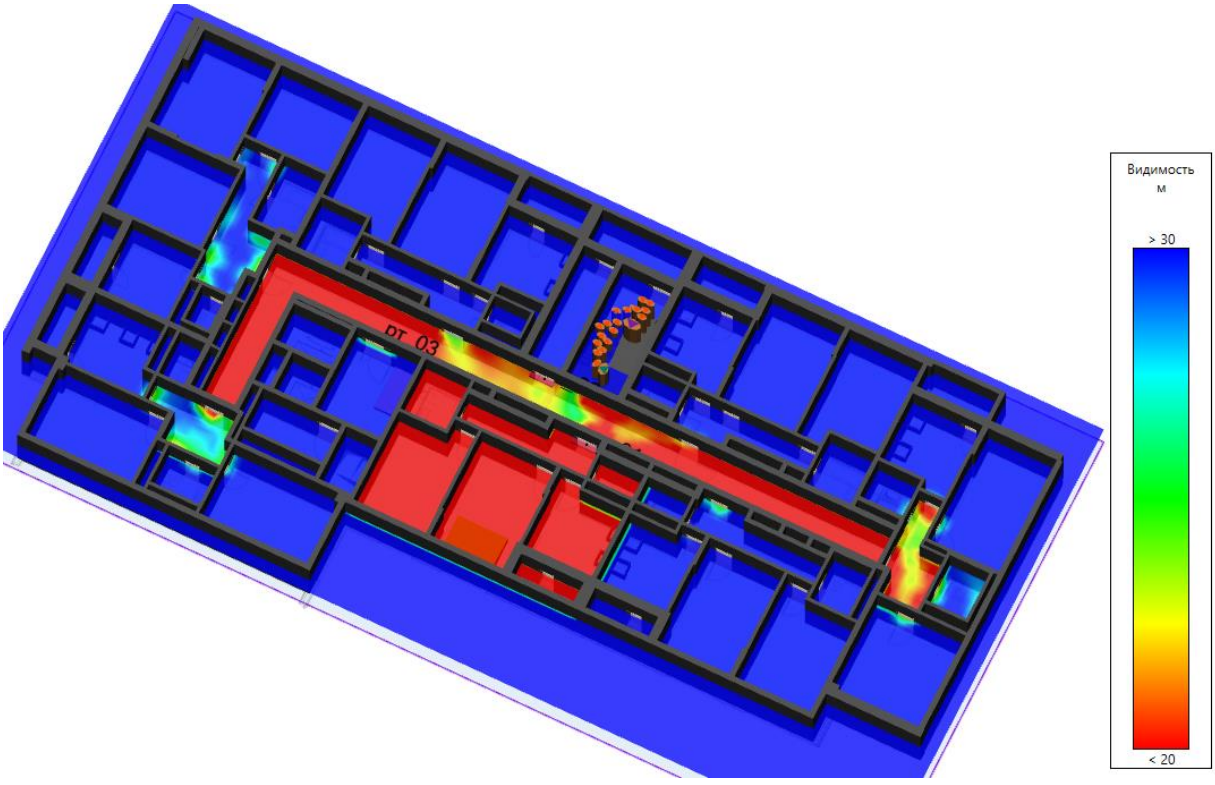


Рисунок 8 – Компьютерная 3D модель 5-го этажа с предполагаемой поверхностью горения и нанесенными расчётными точками (плотность дыма на момент наступления ОФП до рт_02 – 9 мин.58 сек.)

$R_n = V_л \cdot t_{св}$ - 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 6,42 мин. Принимаем время свободного горения 7 мин.

$$R_n = 0{,}0045 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 420\text{сек.} = 1{,}89\text{м}$$

$$S = 3{,}14 \cdot 1{,}89^2 = 11{,}21\text{м}^2$$

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

Таблица 13

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 14

Расположение	Наименование	Время блокирования по каждому ОФП, с						
		Температура	Видимость	O_2	CO_2	CO	HCl	Тепловой поток
Этаж 5								
Помещение 382	рт_01	>600	93,6	>600	>600	>600	213,7	>600
Помещение 459	рт_02	>600	597,6	>600	>600	>600	>600	>600
	рт_03	>600	489,1	>600	>600	>600	>600	>600

Ниже представлены графики изменения опасных факторов пожара для регистраторов:

рт_01

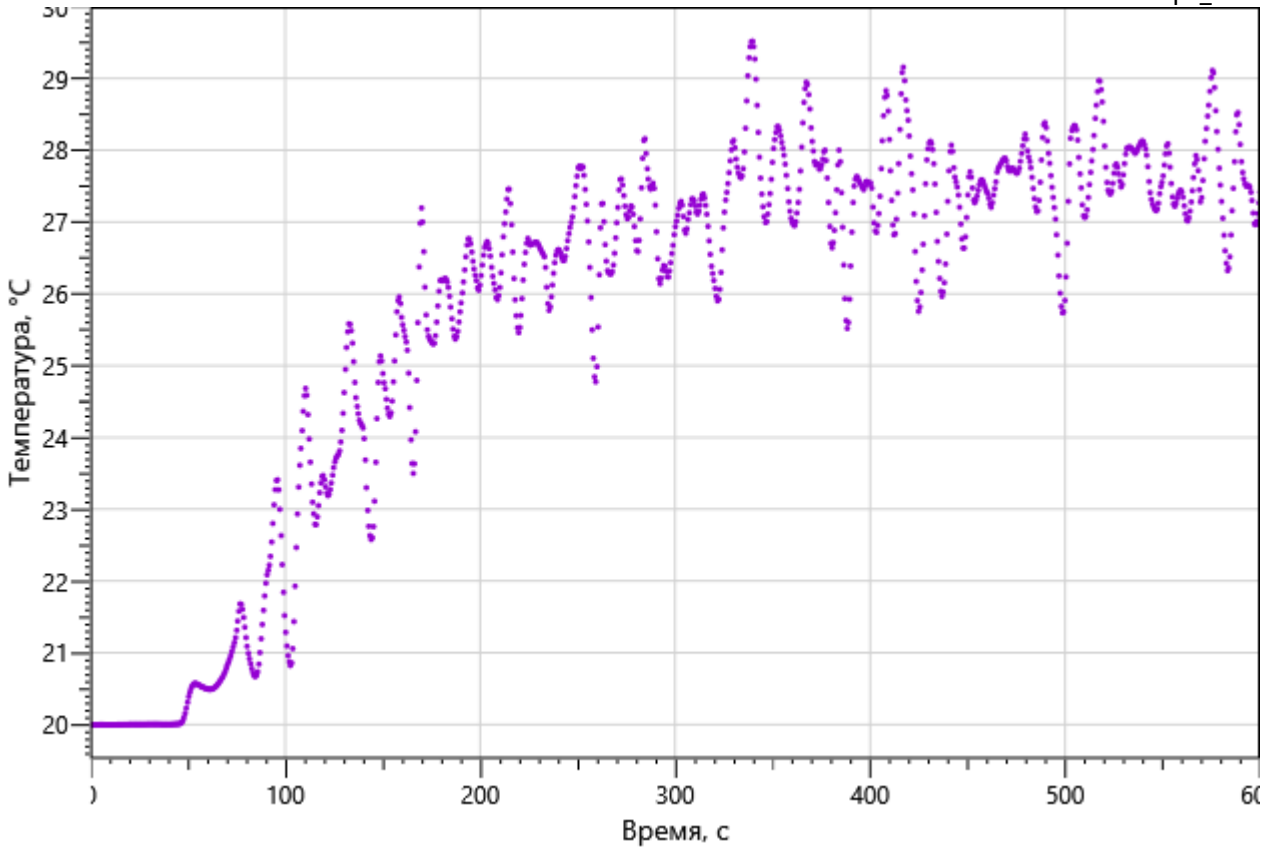


Рисунок 9 – Зависимость температуры от длительности пожара

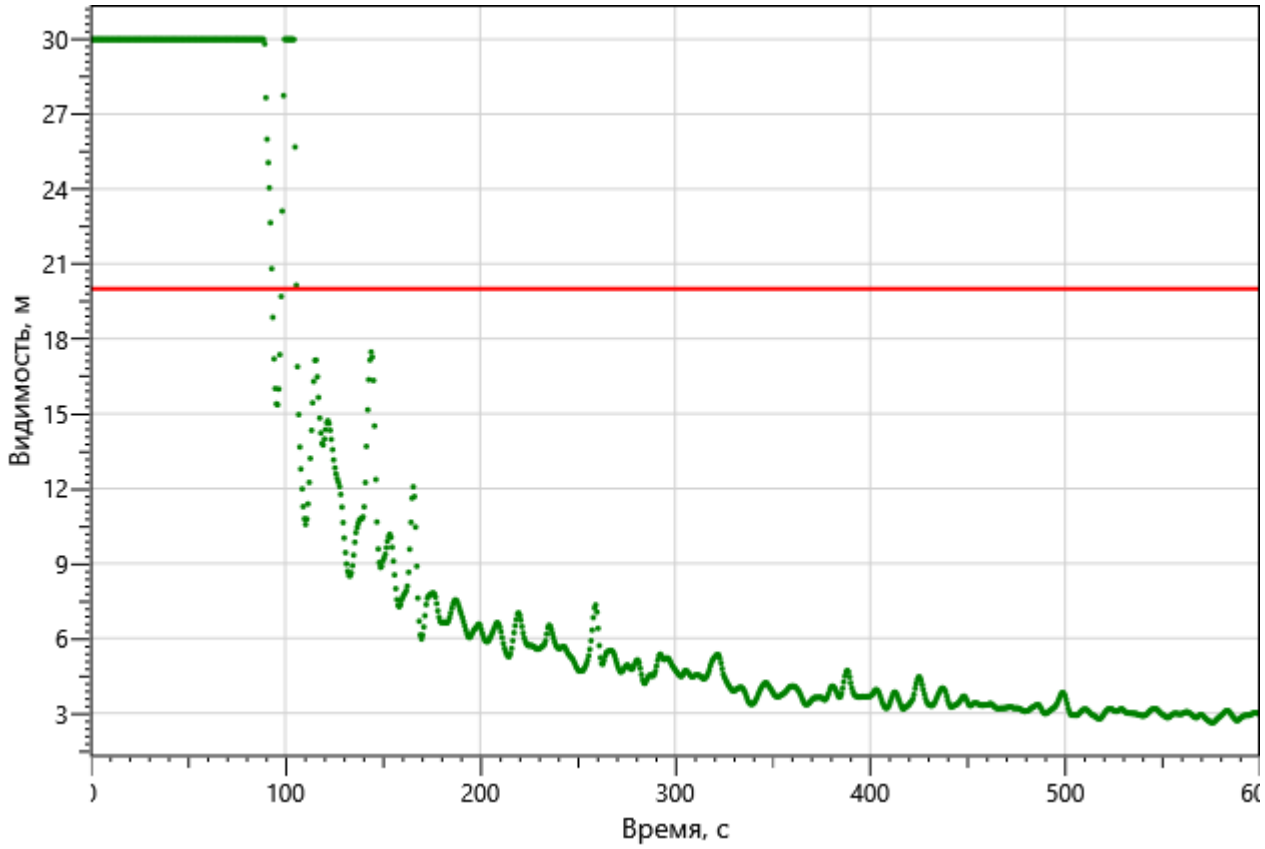


Рисунок 10 – Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

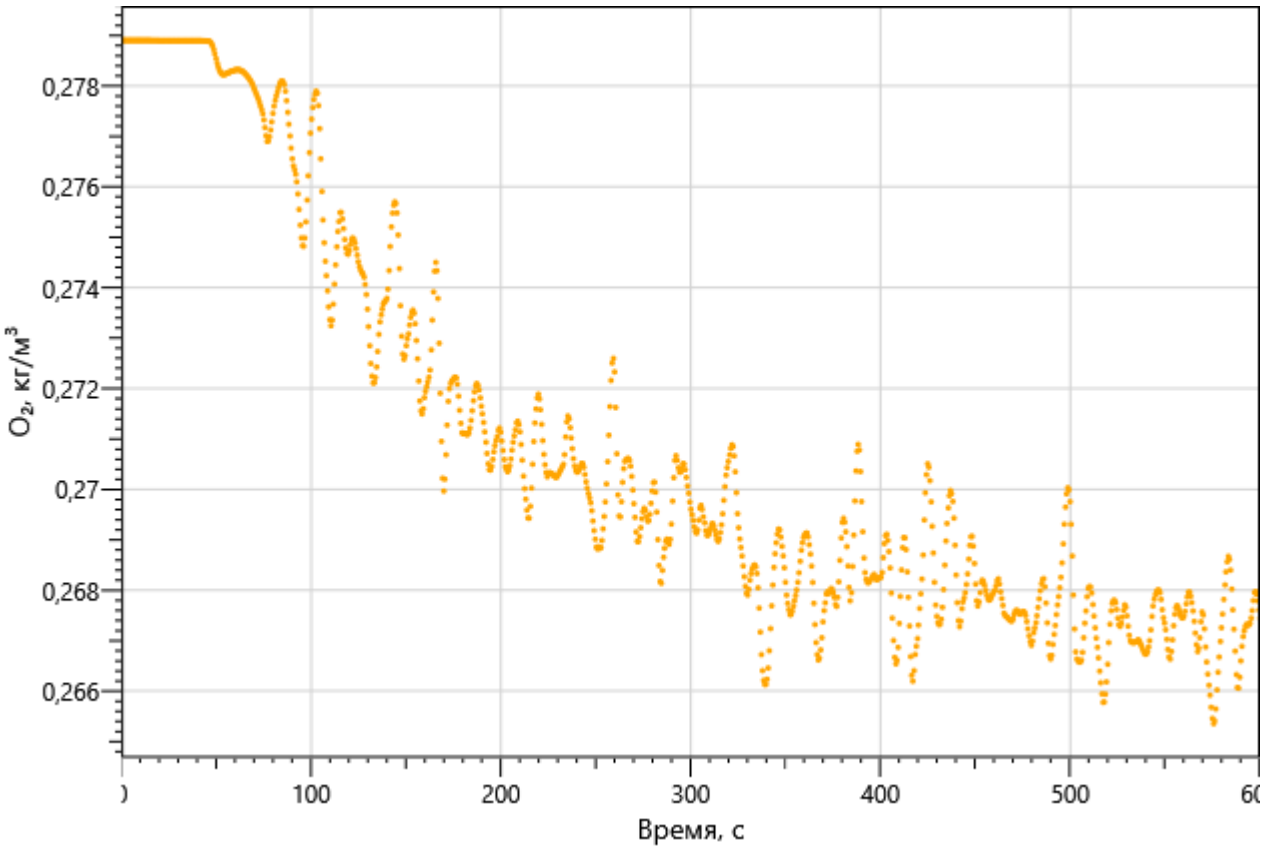


Рисунок 11 – Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

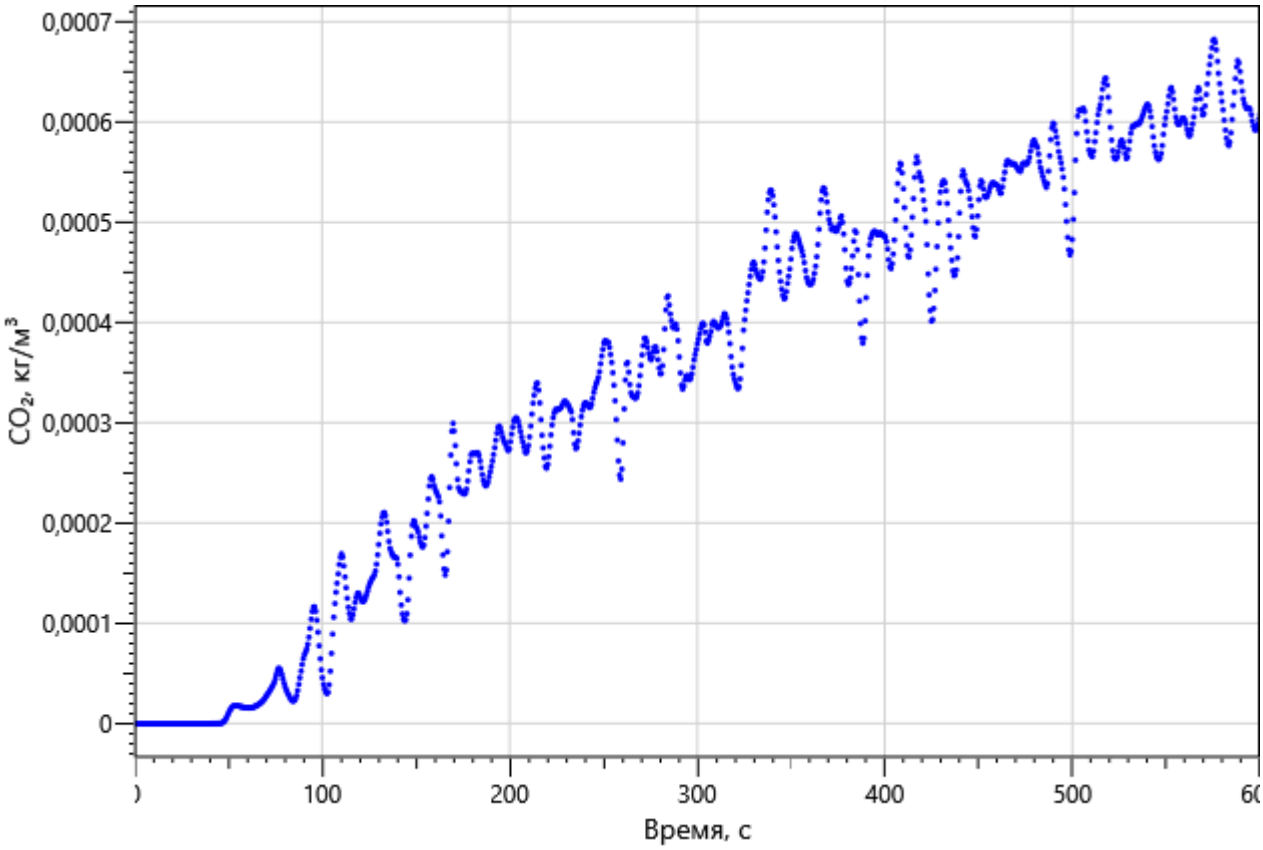


Рисунок 12 – Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

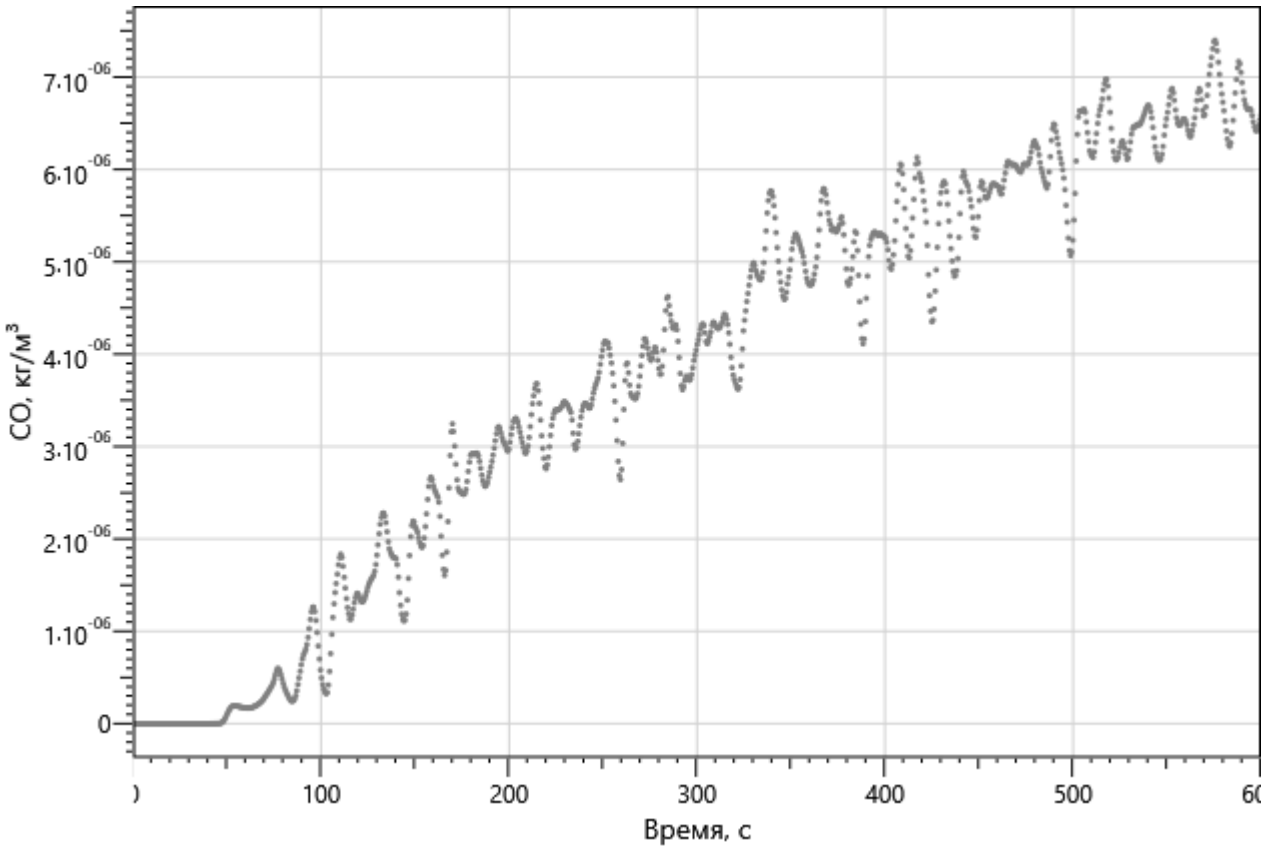


Рисунок 13 – Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

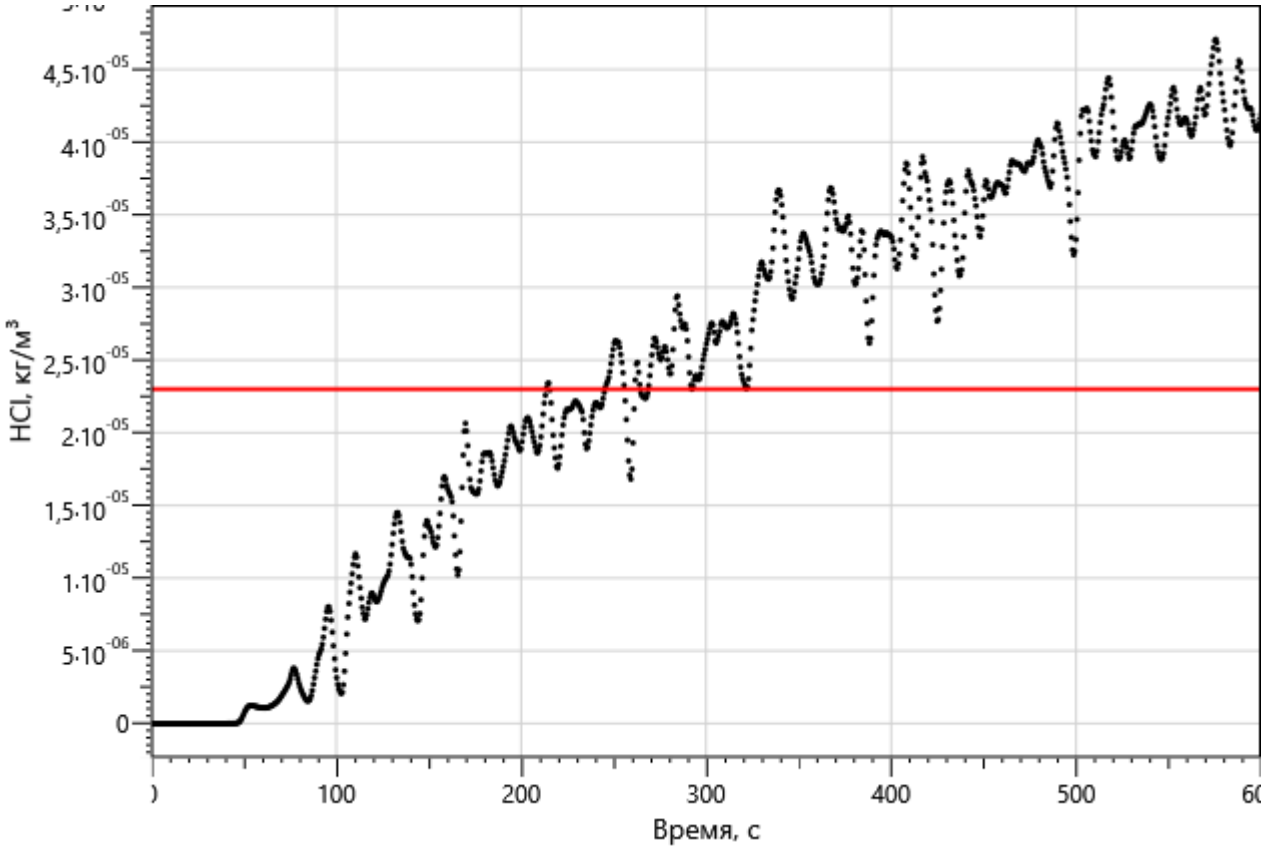


Рисунок 14 – Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

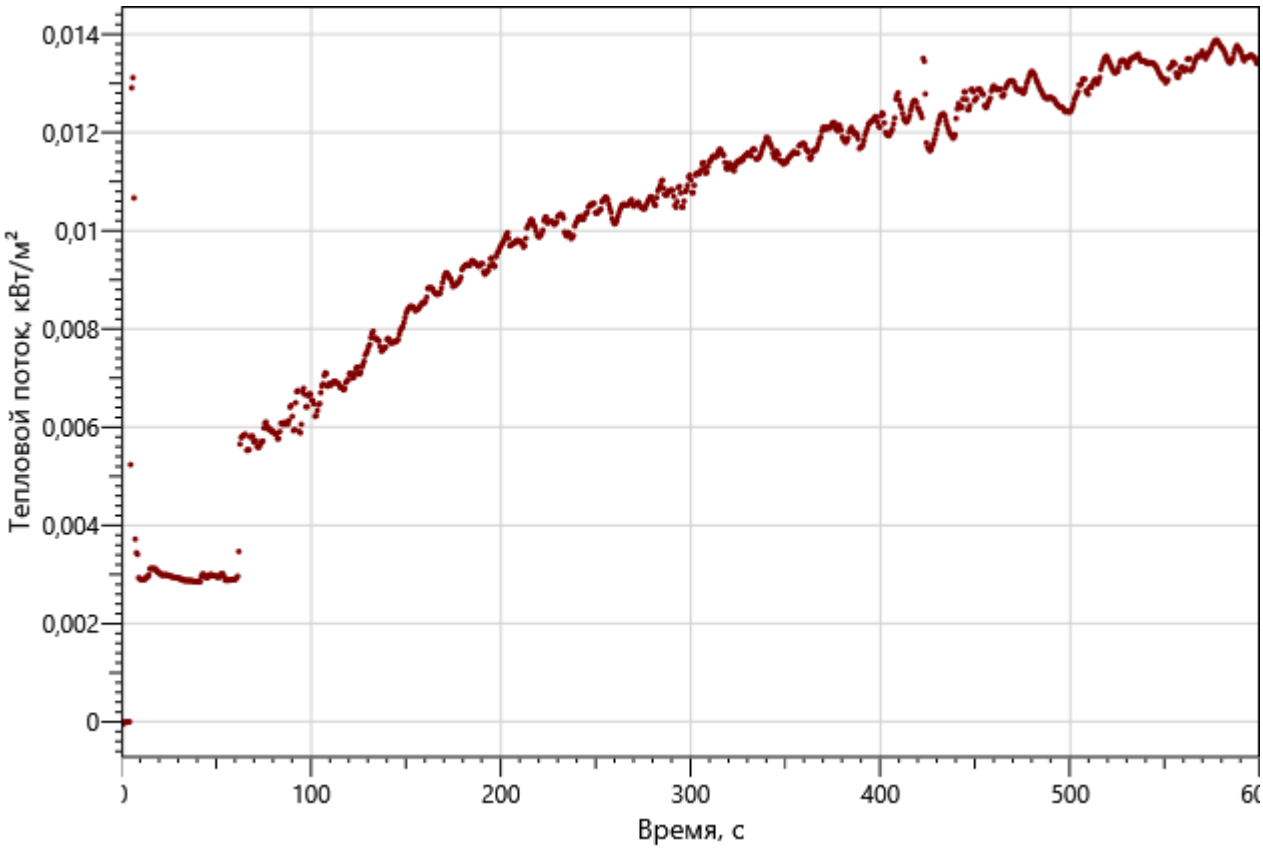


Рисунок 15 – Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

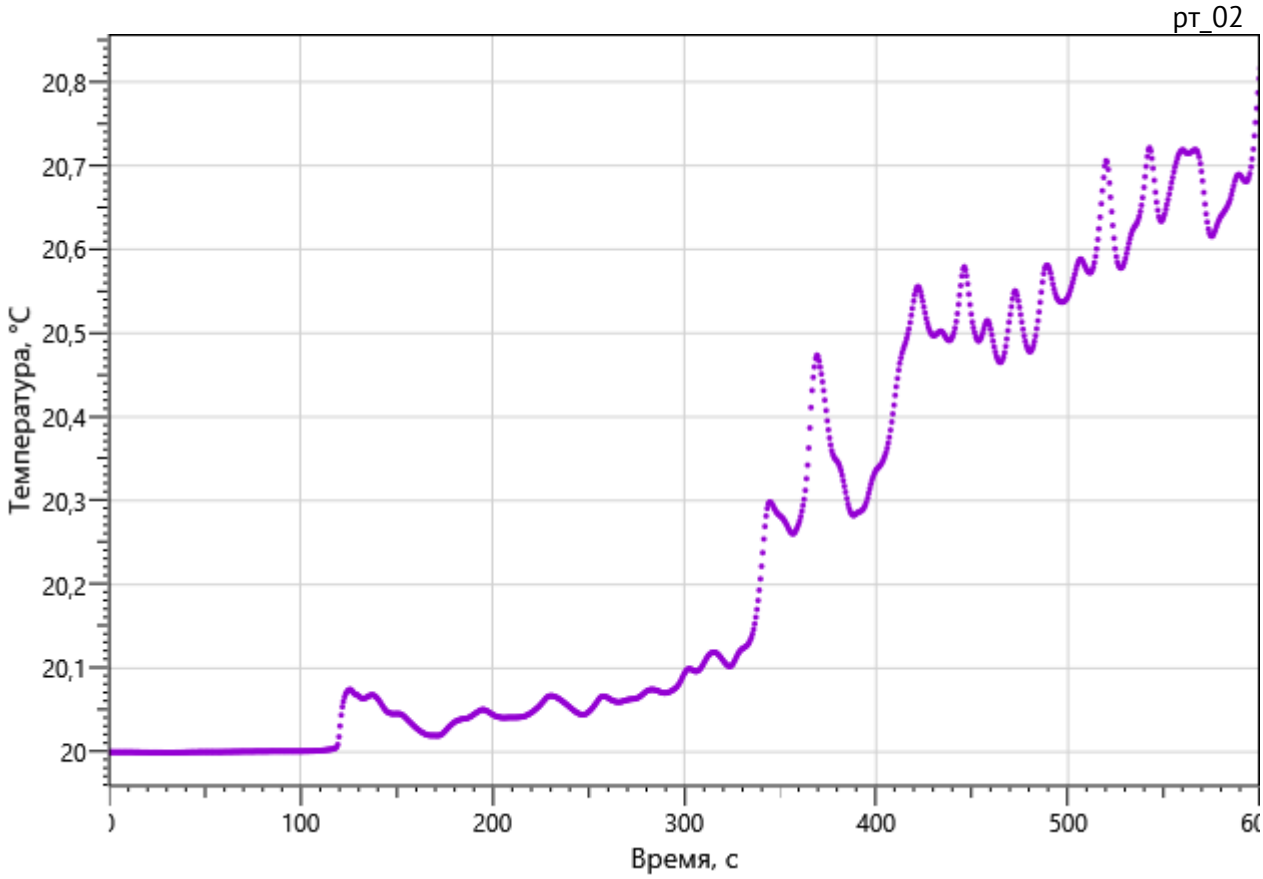


Рисунок 16 – Зависимость температуры от длительности пожара

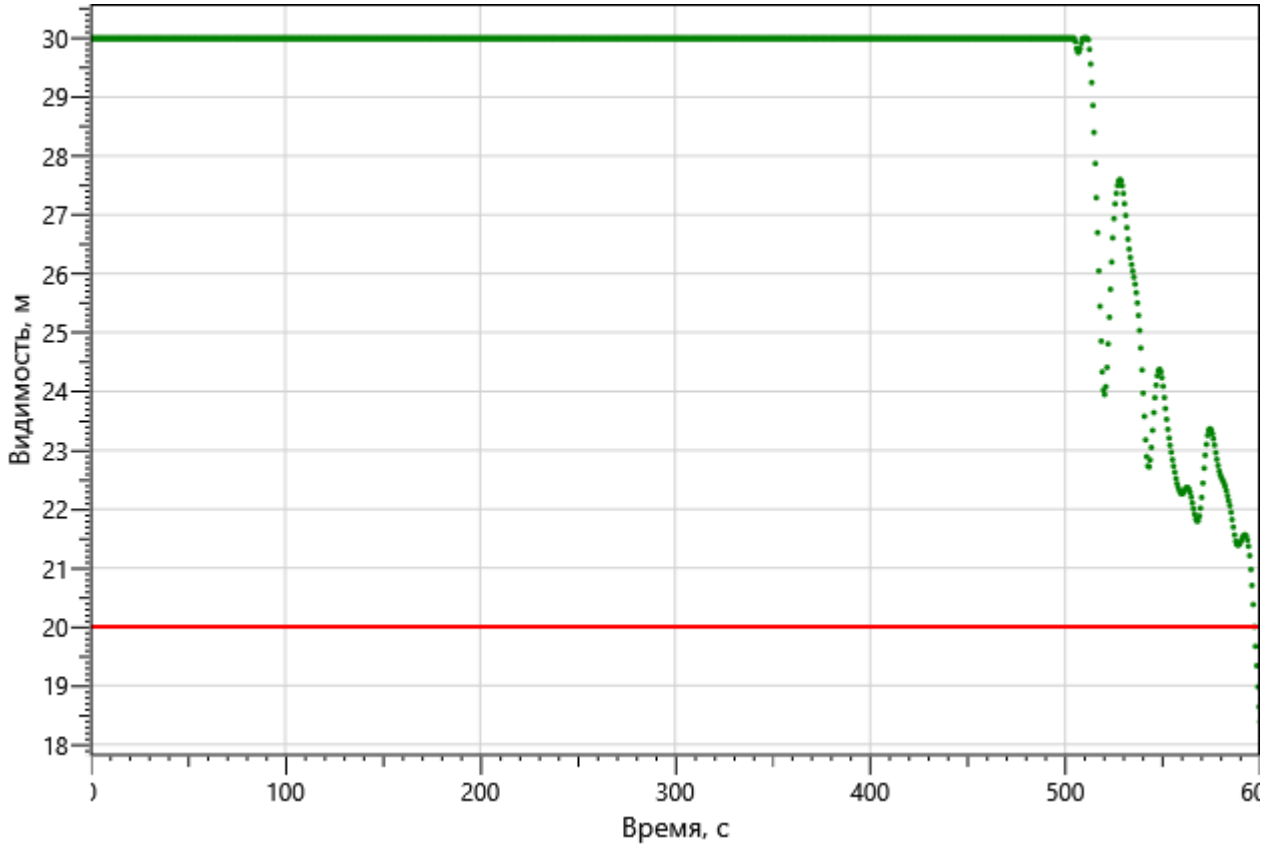


Рисунок 17 – Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

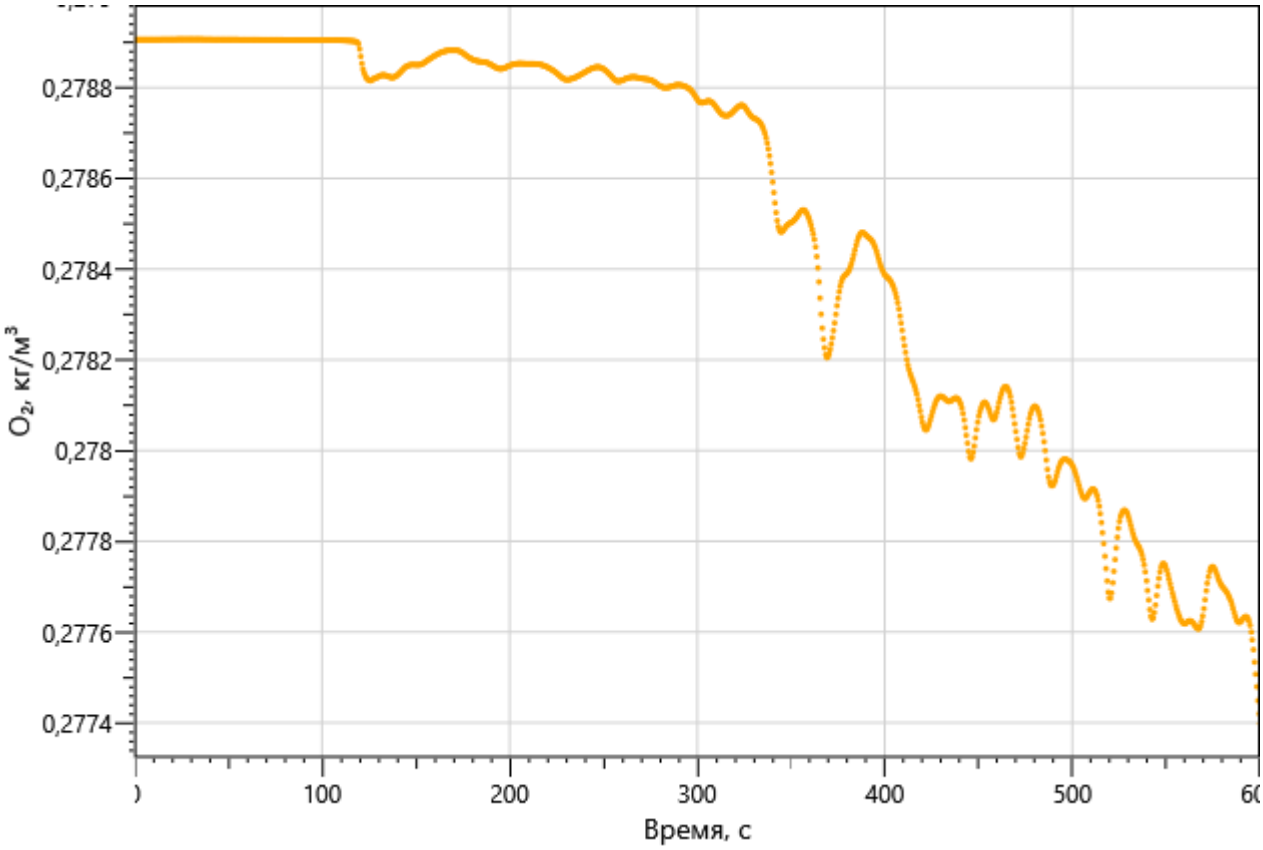


Рисунок 18 – Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

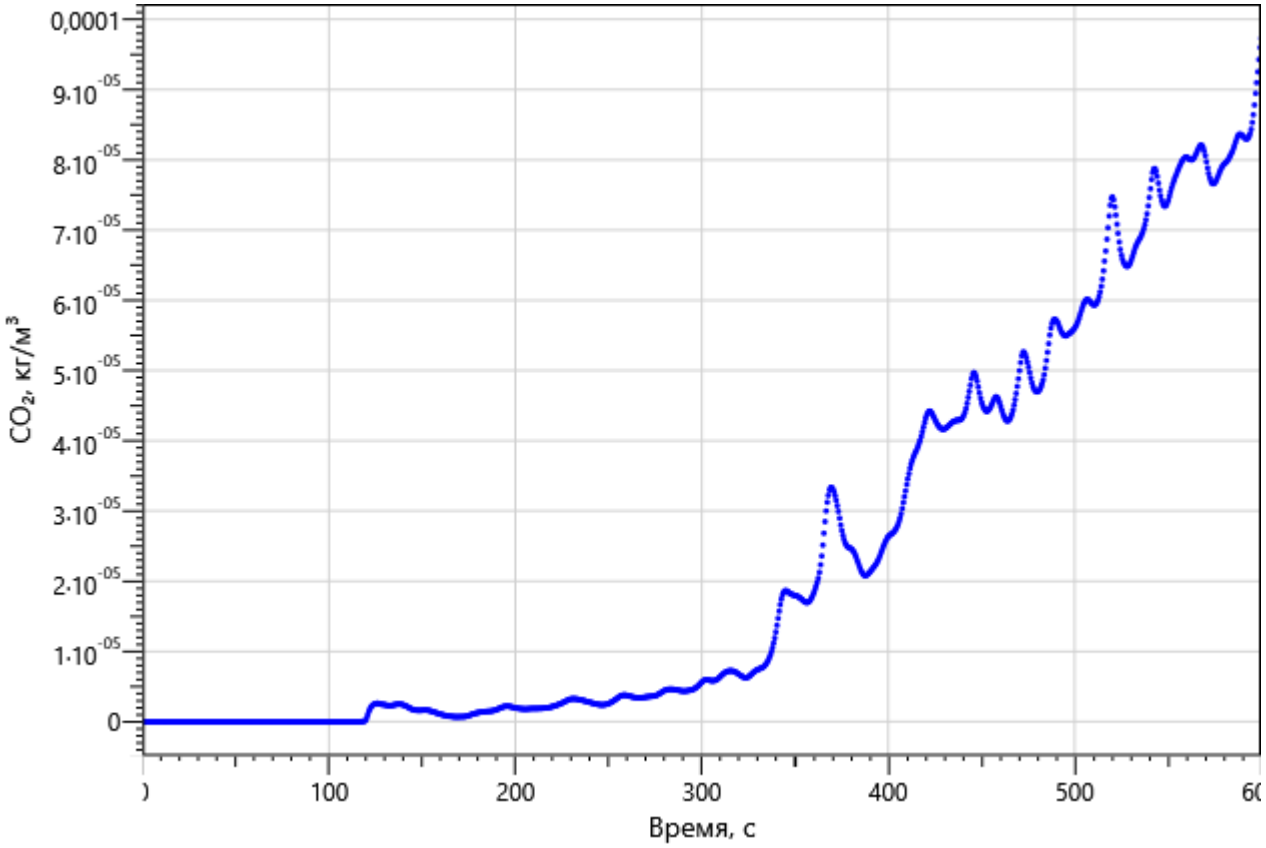


Рисунок 19 – Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

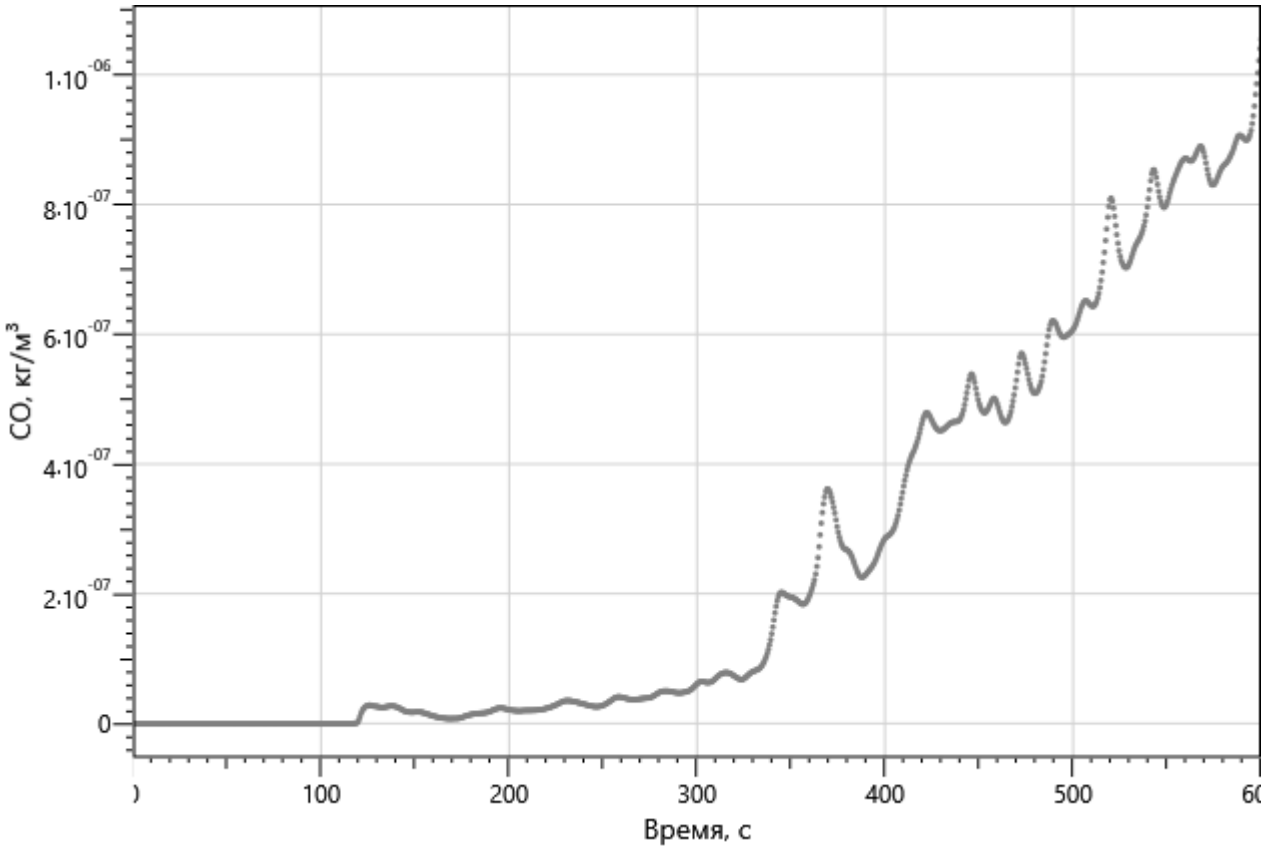


Рисунок 20 – Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

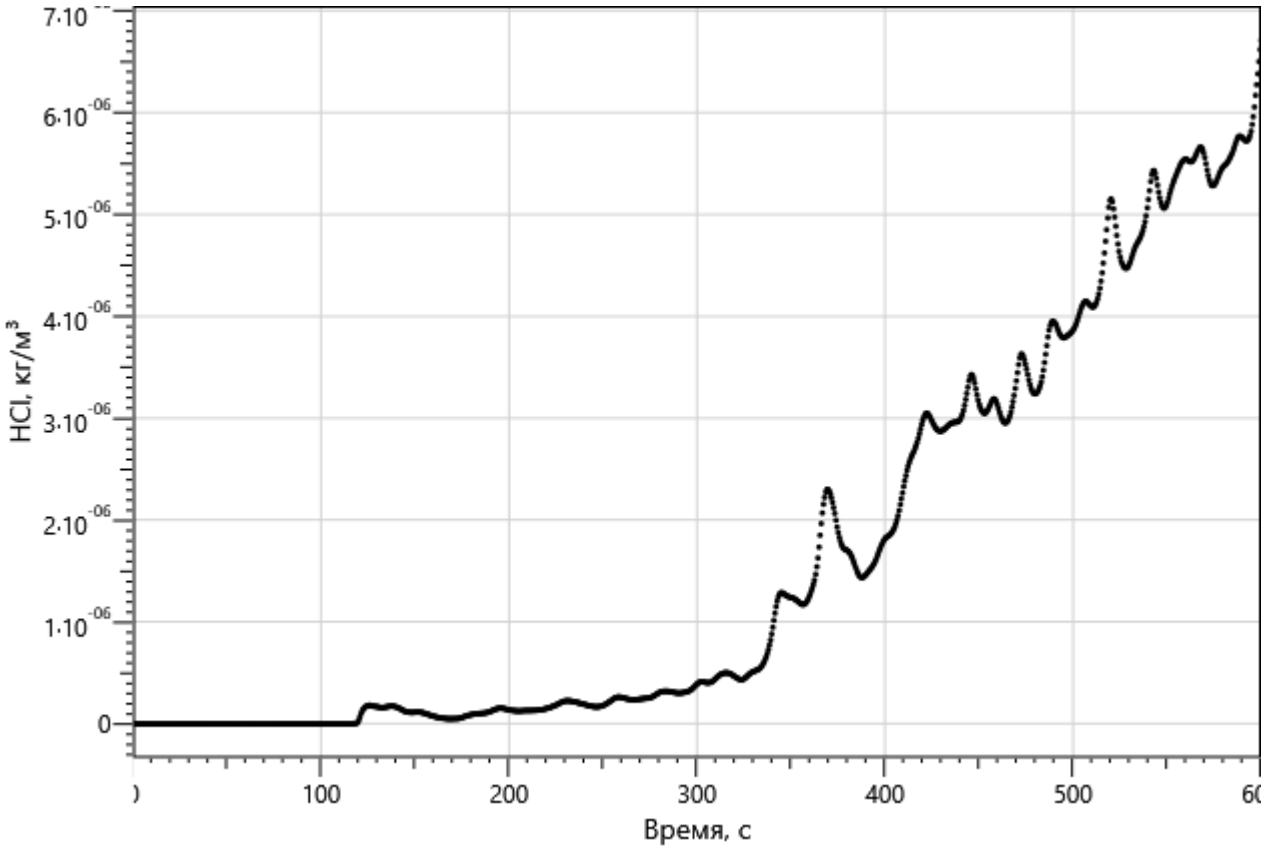


Рисунок 21 – Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

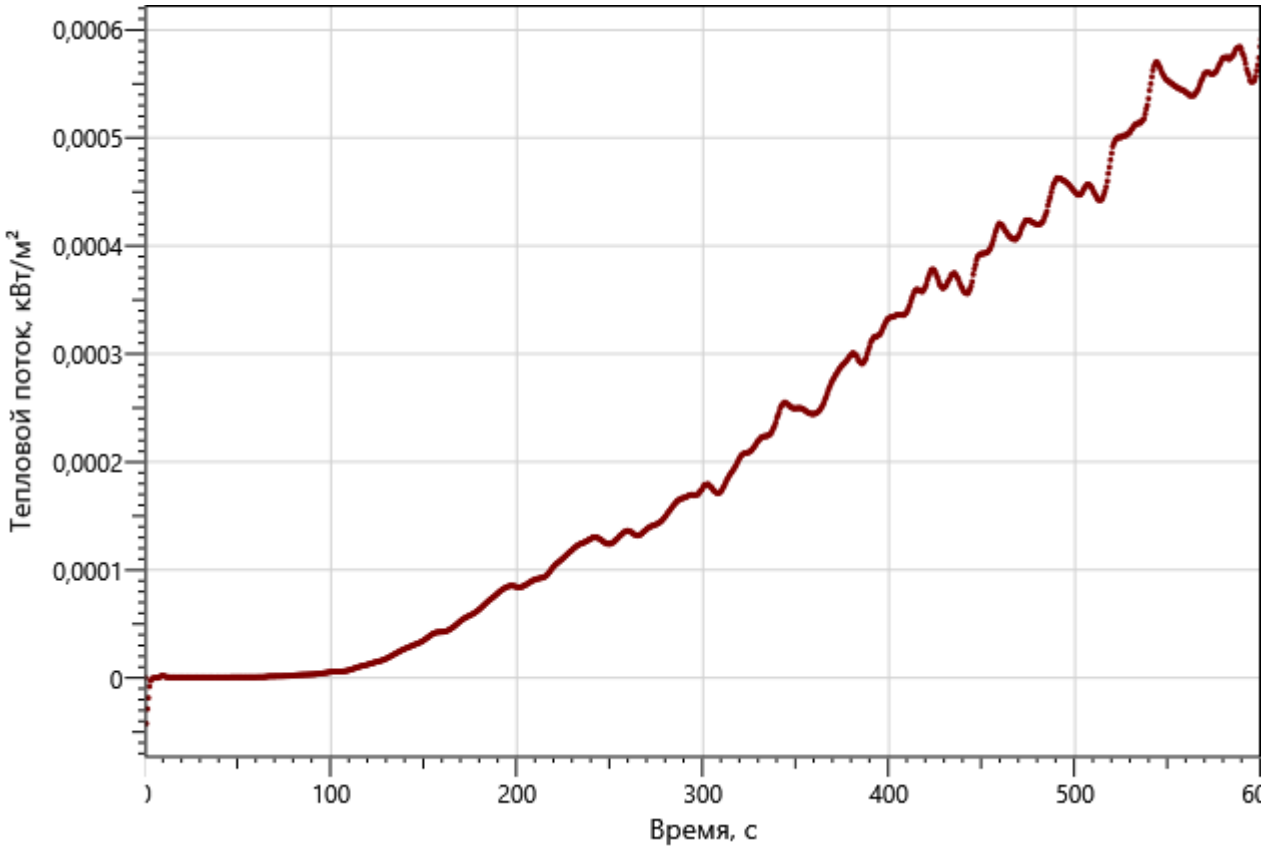


Рисунок 22 – Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

рт_03

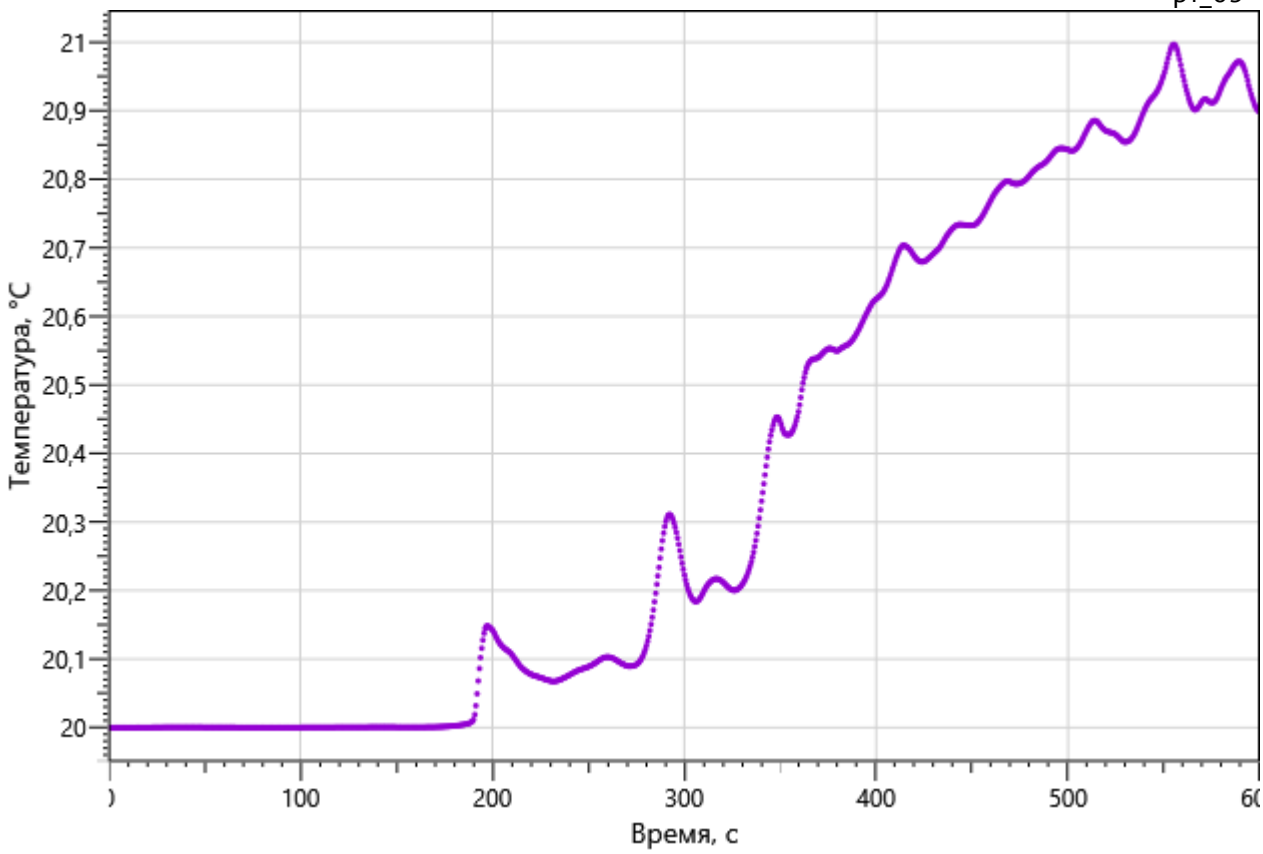


Рисунок 23 – Зависимость температуры от длительности пожара

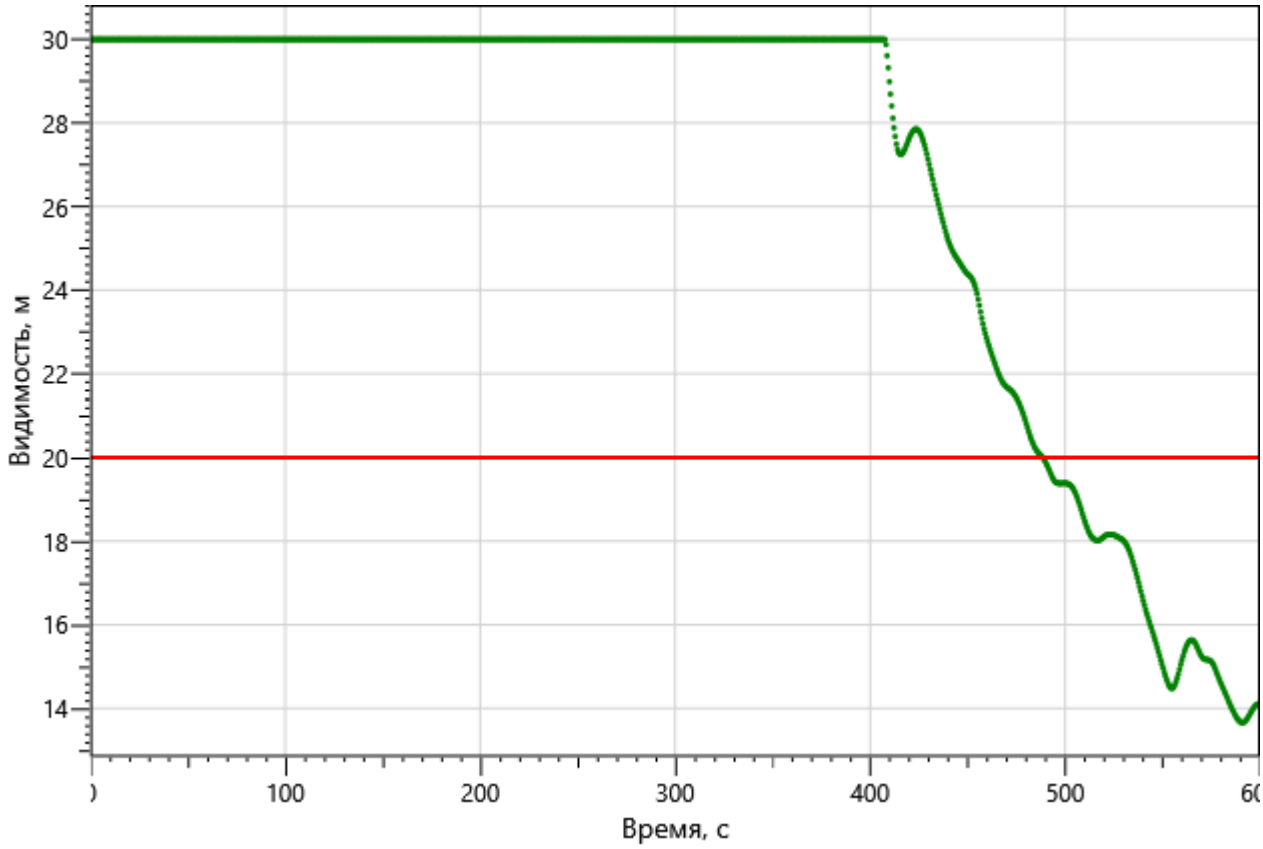


Рисунок 24 – Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

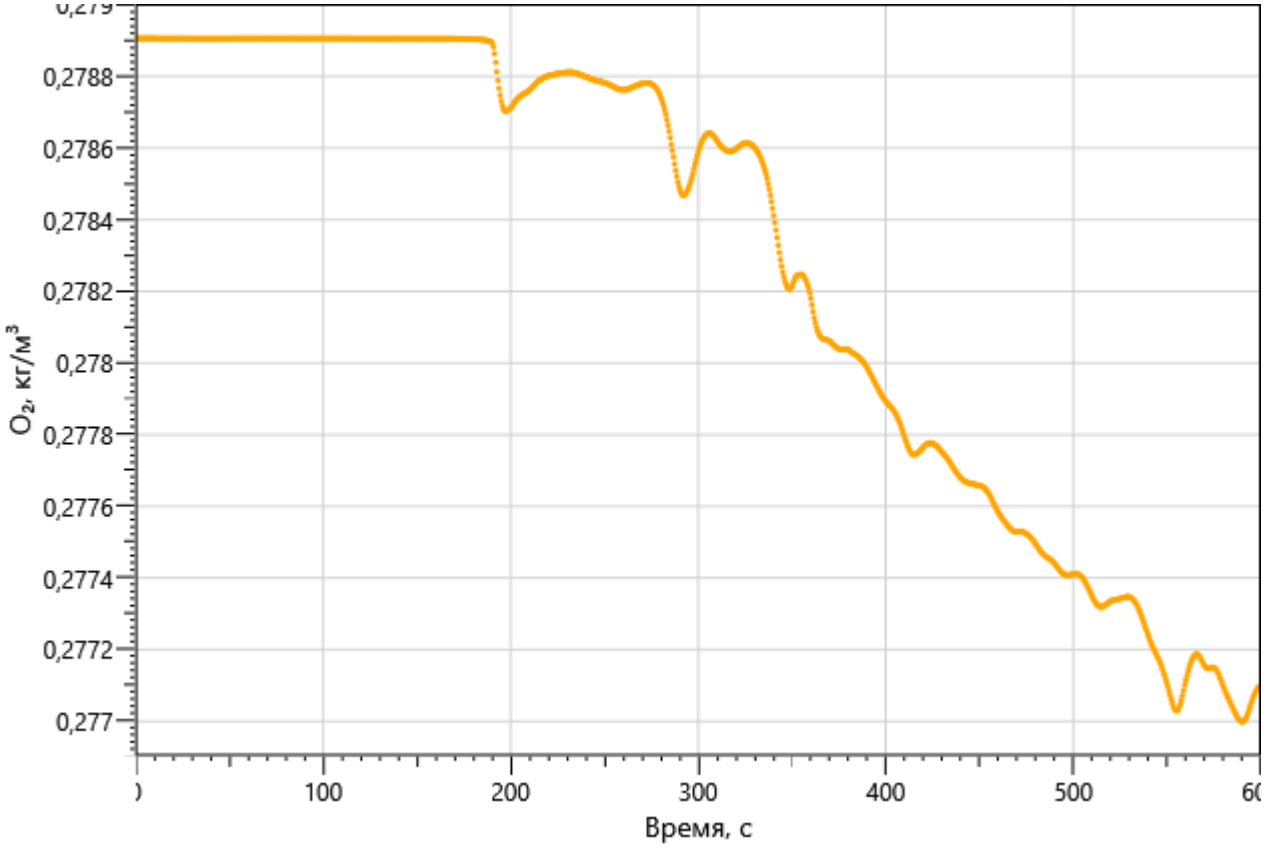


Рисунок 25 – Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

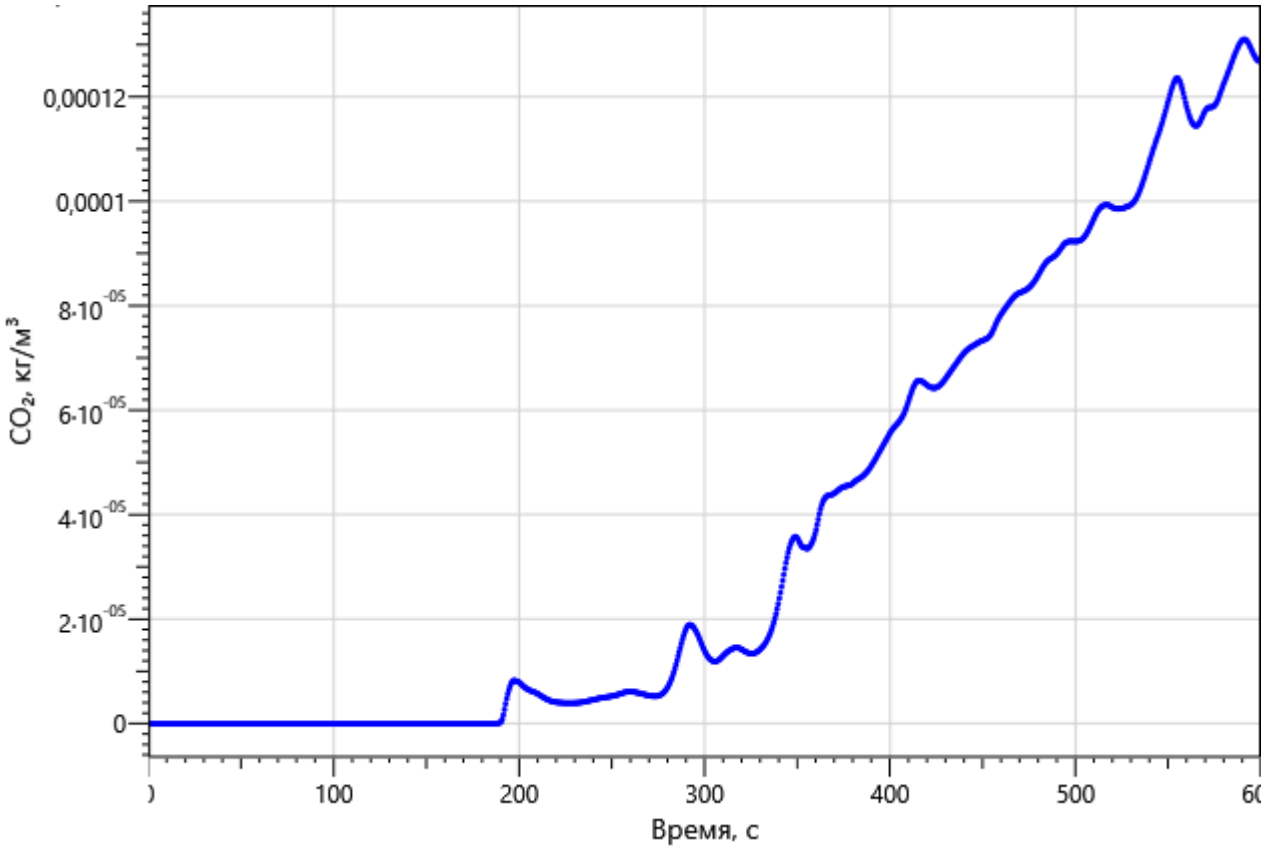


Рисунок 26 – Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

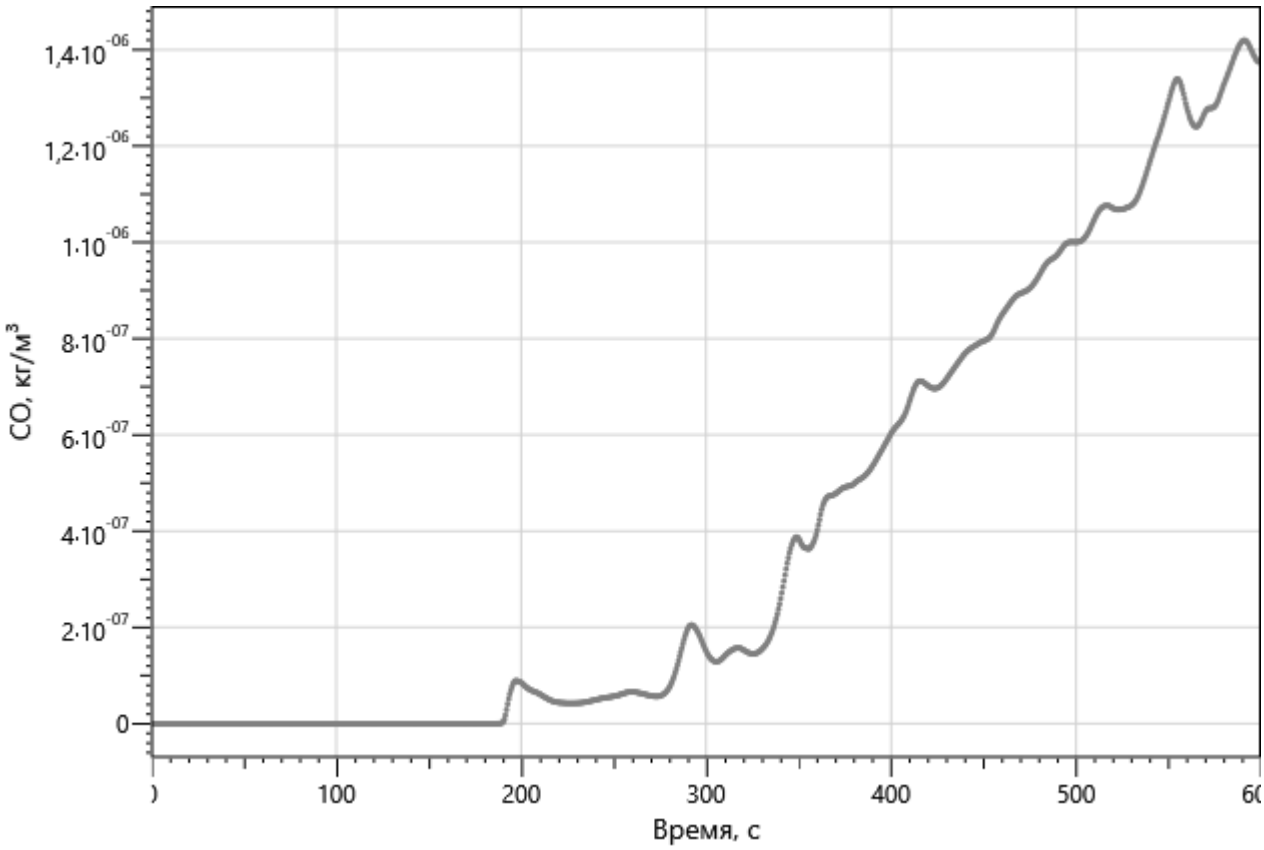


Рисунок 27 – Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

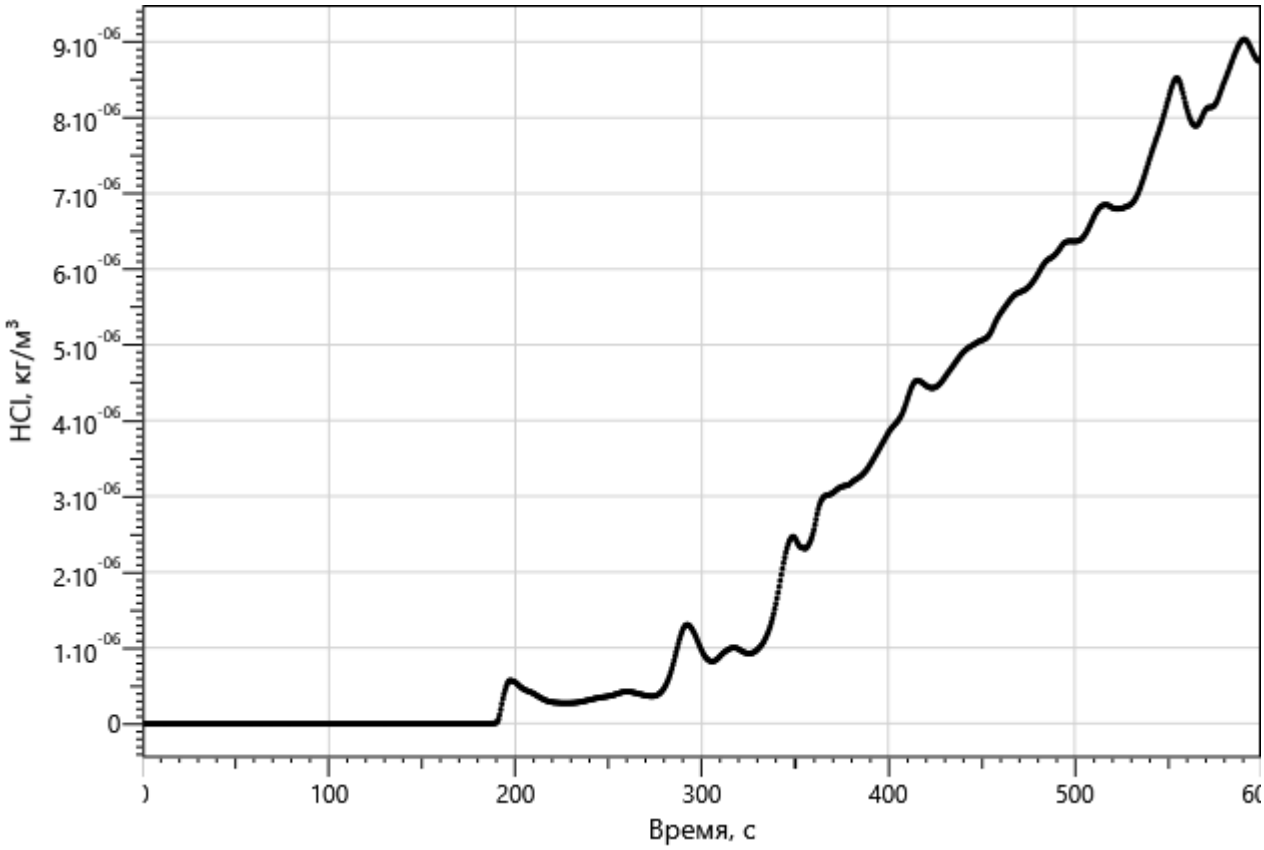


Рисунок 28 – Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

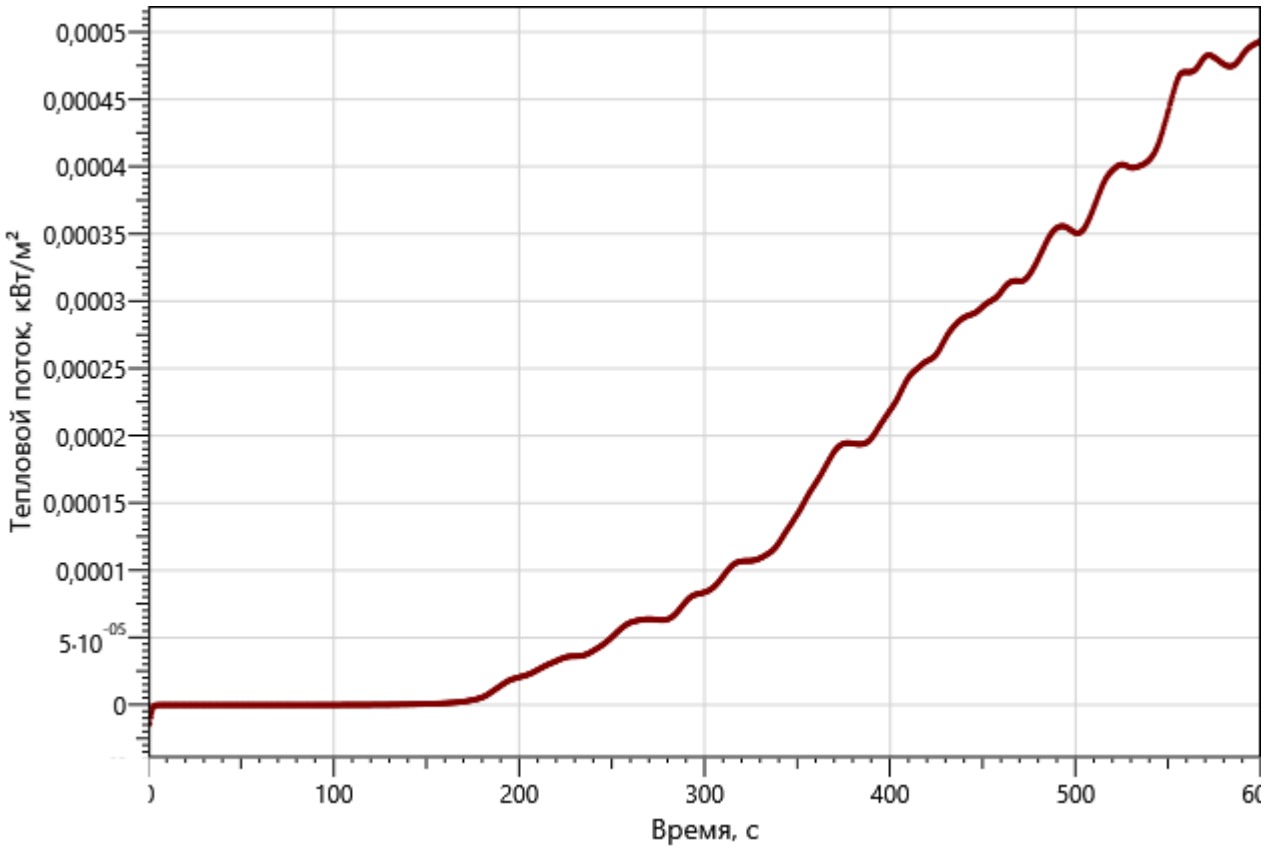


Рисунок 29 – Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

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

Пожар происходит в жилом помещении на 5-м этаже в корпусе 1 секции 2. ОФП распространяются по помещению и за его пределы, при этом создают угрозу блокирования единственного эвакуационного выхода, ведущего в незадымляемую лестничную клетку.

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

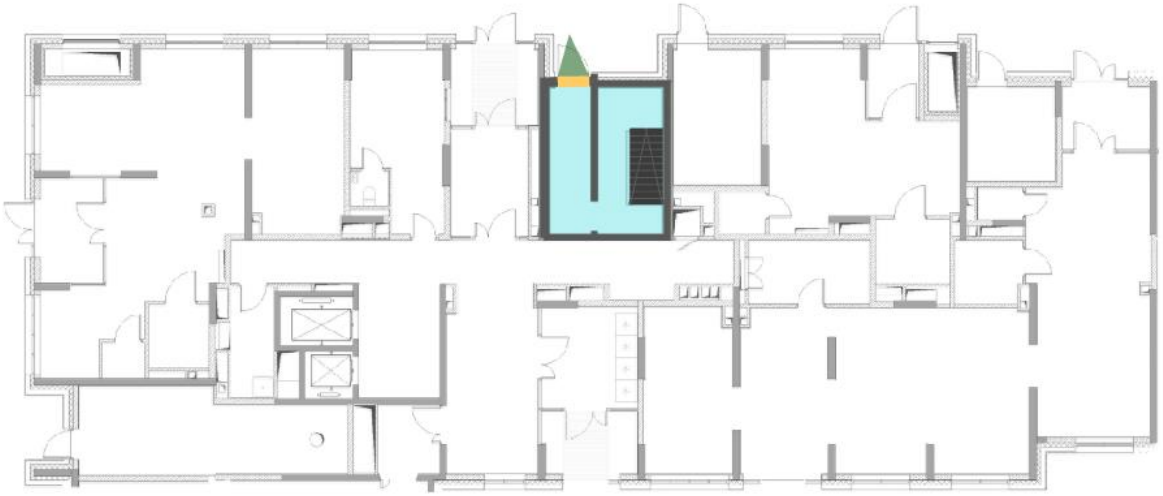


Рисунок 30 – Компьютерная модель 1-го этажа



Рисунок 31 – План 2-4, 6-16-го этажей и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации

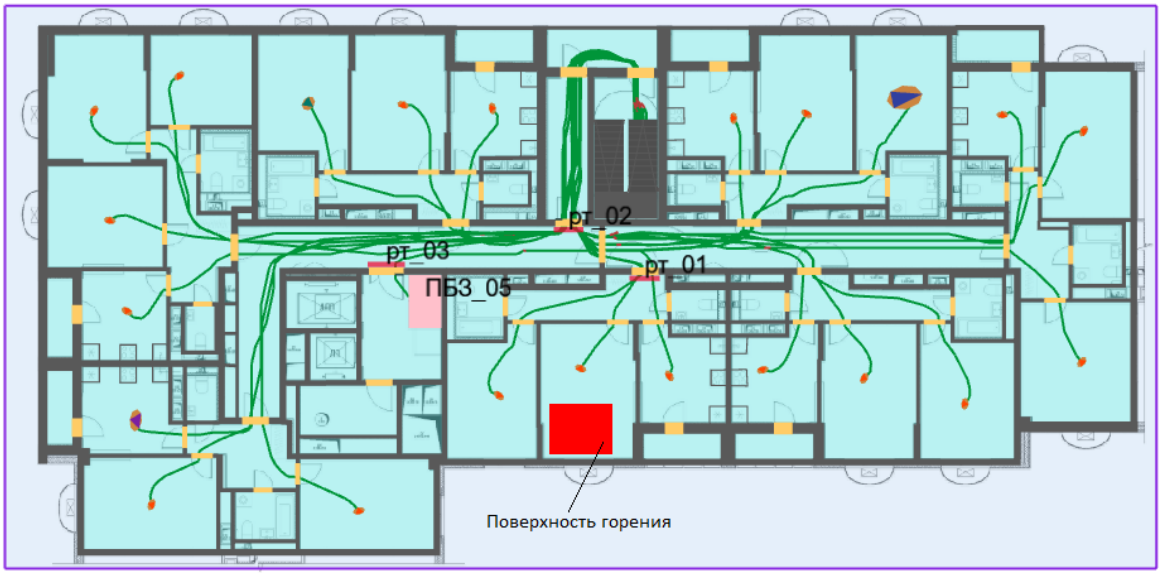


Рисунок 32 – План 5-го этажа и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации (расположение людей на момент начала эвакуации с этажа пожара)



Рисунок 33 – План 5-го этажа и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации (расположение людей на момент полной эвакуации с этажа пожара – 6 мин.25 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: $t_{НЭ} = 5{,}7$ с

Время эвакуации: $t_Э = t_{НЭ} + t_Р = 717{,}2$ с

Время существования скоплений: $t_{СК} = 9{,}4$ с

Общее количество людей: 330

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

– на 2-16 этажах: по 19 взрослых человек в зимней одежде, 1 человеку гр. М2, 1 человеку гр. М3, 1 человеку гр. М4.

Время эвакуации до эвакуационных выходов представлено в таблице ниже.

Таблица 15

Расположение	Наименование	Время первого, с	Время последнего, с	Количество людей
Этаж 1				
	Выход 1	40,6	717,0	315
Этаж 2				
	ПБЗ_02	384,0	384,0	1
Этаж 3				
	ПБЗ_03	384,0	384,0	1
Этаж 4				
	ПБЗ_04	384,0	384,0	1
Этаж 5				
	ПБЗ_05	384,0	384,0	1
Этаж 6				
	ПБЗ_06	384,0	384,0	1
Этаж 7				
	ПБЗ_07	384,0	384,0	1
Этаж 8				
	ПБЗ_08	384,0	384,0	1
Этаж 9				
	ПБЗ_09	384,0	384,0	1
Этаж 10				
	ПБЗ_10	384,0	384,0	1
Этаж 11				
	ПБЗ_11	384,0	384,0	1
Этаж 12				
	ПБЗ_12	384,0	384,0	1
Этаж 13				
	ПБЗ_13	384,0	384,0	1
Этаж 14				
	ПБЗ_14	384,0	384,0	1
Этаж 15				
	ПБЗ_15	384,0	384,0	1
Этаж 16				
	ПБЗ_16	384,0	384,0	1

Время эвакуации через регистраторы представлено в таблице ниже.

Таблица 16

Расположение	Наименование	Время первого, с	Время последнего, с	Количество людей
Этаж 5				
Помещение 382	рт_01	8,0	10,6	3
Помещение 459	рт_02	10,2	385,2	21
	рт_03	382,6	382,6	1

Вероятность эвакуации представлена в таблице ниже.

Таблица 17

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 3						

Помещение 382	рт_01	93,6	74,9	5,7	10,6	0,999
Помещение 459	рт_02	597,6	478,1	360,0	385,2	0,999
	рт_03	489,1	391,3	360,0	382,6	0,999

Результаты проведенных расчетов показывают, что максимальное расчетное время эвакуации с этажа пожара составит 6,42 мин. Время выхода из здания составляет 11,95 мин (Выход 1).

Максимальное время движения при плотности потока D больше 0,5 м^2/м^2 составляет 0,15 мин.

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

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 18

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	0,17	1,24	0,999	**Безопасно**
рт_02	6,00	6,42	7,96	0,999	**Безопасно**
рт_03	6,00	6,37	6,52	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.

Предельно допустимое расстояние от наиболее удаленных мест с пребыванием маломобильных групп населения до эвакуационных выходов (дверей в зоны безопасности, выходов наружу) подтверждено расчетом пожарного риска. Эвакуация людей завершена до наступления предельно допустимых значений опасных факторов пожара (п. 6.2.25 СП 59.13330.2016).

5.1.4 Определение величины индивидуального пожарного риска (сценарий №1)

Частота возникновения пожаров в здании 2,6·10^{-2}.

Вероятность эвакуации людей из здания рассчитывают по формуле:

$$P_{э,i} = \frac{N_{\Sigma,i} - N_{неэв,i}}{N_{\Sigma,i}} \cdot 0,999$$

где $N_{\Sigma,i}$ - общее количество людей, эвакуирующихся в рассматриваемом сценарии;

$N_{неэв,i}$ - количество не эвакуировавшихся людей. Определяется путем суммирования по всем участкам путей эвакуации людей, не успевших покинуть указанный участок до его блокирования опасными факторами пожара (для которых $t_р + t_{нэ} > 0,8 \cdot t_{бл}$), и людей, попавших в скопление продолжительностью более 6 мин ($t_{СК} > 6 мин$). Как показали проведённые расчёты,

все люди успевают покинуть участок пути эвакуации до его блокирования опасными факторами пожара, а также скоплений продолжительностью более 6 мин не наблюдается $P_э = 0,999$.

Вероятность спасения $P_{сп,i}$ определяется по формуле:

$$P_{сп,i} = 1-\left(1-K_{п.з,i}\right)\left(1-K_{ФПС,i}\right)\left(1-K_{ф,i}\right)\left(1-K_{эв,i}\right) =$$

$$= 1-(1-0,8704)\cdot(1-0)\cdot\left(1-0,75\right)\cdot\left(1-0\right) = 0,9676$$

$$\mathrm{K}_{п.з.,i} = 1-\left(1-K_{обн,i}\cdot K_{СОУЭ,i}\right)\cdot\left(1-K_{обн,i}\cdot K_{ПДЗ,i}\right) =$$

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

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

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

$K_{СОУЭ,i}$ – 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 $K_{СОУЭ,i} = 0,8$;

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

$K_{ФПС,i}$ – коэффициент, учитывающий дислокацию подразделений пожарной охраны на территории поселений и городских округов. Значение параметра $K_{ФПС,i}$ принимается равным $K_{ФПС,i} = 0$;

$K_{ф,i}$ - коэффициент, учитывающий класс функциональной пожарной опасности здания. Значение параметра $K_{ф,i}$ принимается равным $K_{ф,i} = 0,75$;

$K_{эв,i}$ - коэффициент, учитывающий соответствие путей эвакуации требованиям нормативных документов по пожарной безопасности. Значение параметра $K_{эв,i}$ принимается равным $K_{эв,i} = 0$.

Расчетная величина индивидуального пожарного риска $Q_в$ рассчитывается по формуле:

$$Q_{В,i} = Q_{П,i}\left[1-\left(P_{Э,i}+\left(1-P_{Э,i}\right)\cdot P_{СП,i}\right)\right]$$ и равна

$$Q_В = 2,6\cdot 10^{-2}\left[1-\left(0,999+\left(1-0,999\right)\cdot 0,9676\right)\right] = 0,84\cdot 10^{-6}$$

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

Таблица 19

№ сценария пожара	Вероятность присутствия и спасения людей	Вероятность возникновения пожара	Вероятность эвакуации	Соответствие систем противопожарной безопасности требованиям нормативных документов							Расчетная величина пожарного риска
				$R_{АПС}$	$R_{АУПТ}$	$R_{СОУЭ}$	$R_{ПДЗ}$	$R_{ФПС}$	$R_{Ф}$	$R_{ЭВ}$	
1(жилье, корпус 1 секция 2)	$P_{сп.i} = 0,9676$	$2,6 \cdot 10^{-2}$	0,999	0,8	-	0,8	0,8	0	0,75	0	$0,84 \cdot 10^{-6}$

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 $Q_B = 0,84 \cdot 10^{-6}$ менее нормативного значения индивидуального пожарного риска $(Q_B^H = 10^{-6})$, то расчетная величина индивидуального пожарного риска при возможном пожаре соответствует требуемому значению.

5.2 Сценарий №2 (жилье, корпус 2 секция 18)

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

Пожар происходит в жилом помещении на 10-м этаже в корпусе 2 секции 18. ОФП распространяются по помещению и за его пределы, при этом создают угрозу блокирования единственного эвакуационного выхода, ведущего в незадымляемую лестничную клетку.

При расчете опасных факторов пожара учитывалась работа систем противодымной вентиляции:

– расход противодымной вентиляции составляет 20700 м^3/час (ВД18.1);

– расход приточной вентиляции составляет 12800 м^3/час (ПД18.1).

Дверь помещения очага пожара принималась открытой. Размер ячейки области расчета, используемой в сценарии равен 0,25м. Высота этажа пожара (от пола до потолка) и помещения очага пожара равна 3,15 м.

Параметры окружающей среды:

– температура: 38 °С

– давление: 99700 Па (748 мм рт. Ст.)

– относительная влажность: 73 %

– температура в помещениях: 38 °С

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

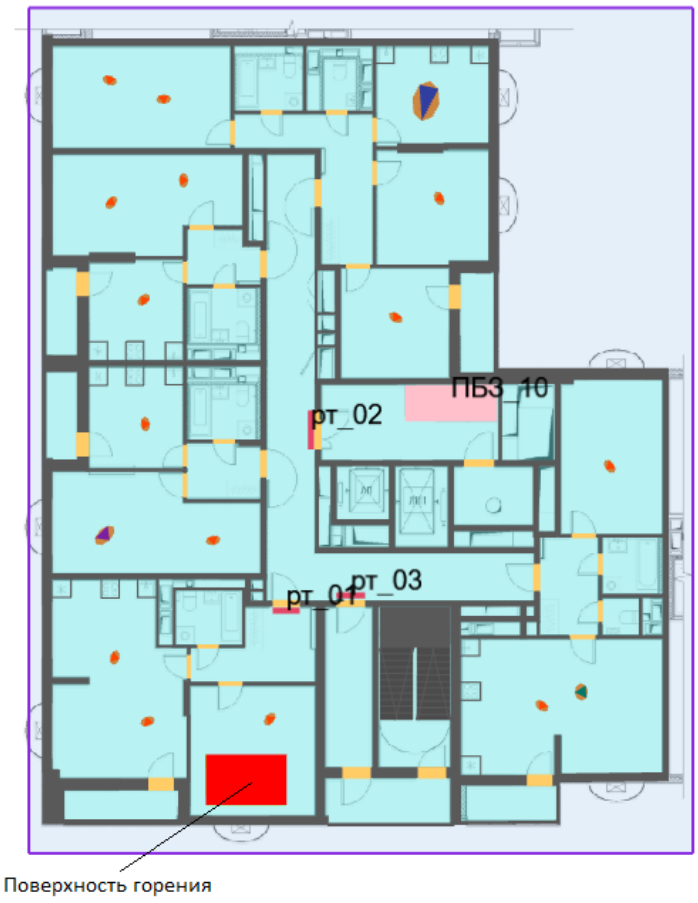


Рисунок 34 – Компьютерная модель 10-го этажа с предполагаемой поверхностью горения и нанесенными расчётными точками

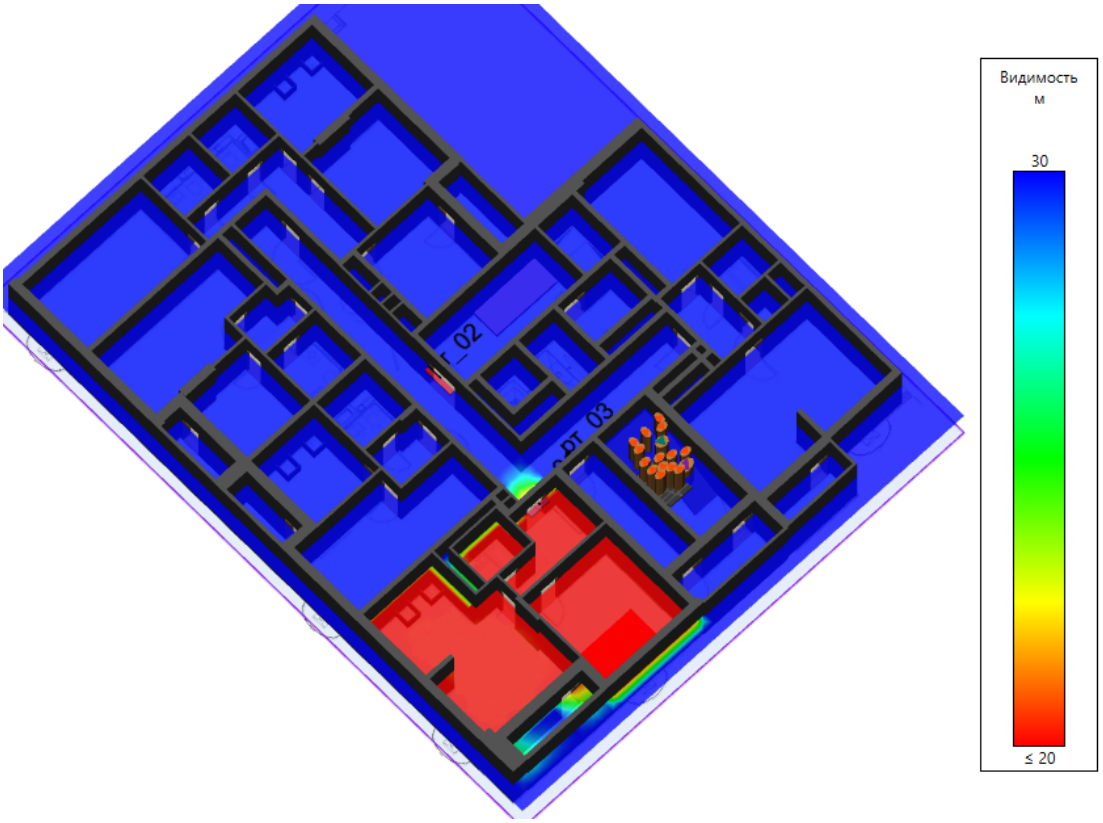


Рисунок 35 – Компьютерная 3D модель 10-го этажа с предполагаемой поверхностью горения и нанесенными расчётными точками (плотность дыма на момент полной эвакуации людей с этажа пожара – 6 мин.20 сек.)

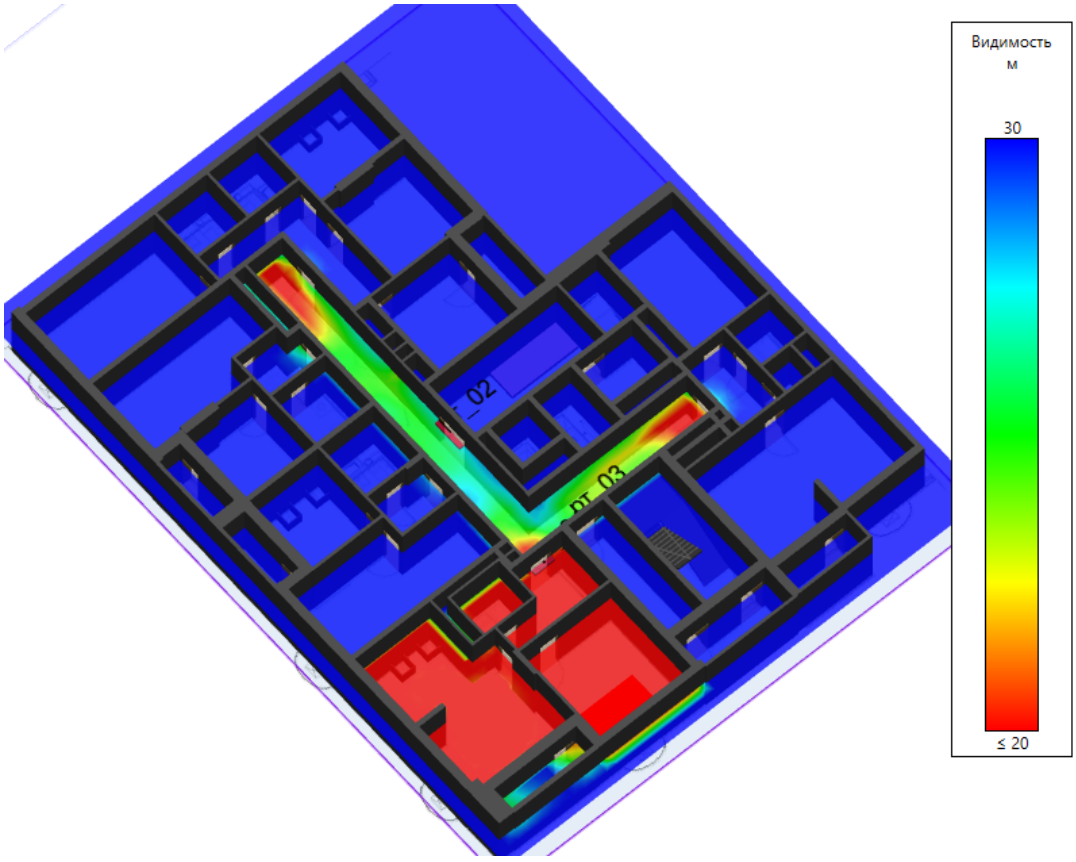


Рисунок 36 – Компьютерная 3D модель 10-го этажа с предполагаемой поверхностью горения и нанесенными расчётными точками (плотность дыма на момент наступления ОФП до рт_03 – 9 мин.28 сек.)

$R_n = V_л \cdot t_{св}$ - 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 6,33 мин. Принимаем время свободного горения 7 мин.

$$R_n = 0{,}0045 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 420\text{сек.} = 1{,}89\text{м}$$

$$S = 3{,}14 \cdot 1{,}89^2 = 11{,}21\text{м}^2$$

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

Таблица 20

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 21

Расположение	Наименование	Время блокирования по каждому ОФП, с						
		Температура	Видимость	O_2	CO_2	CO	HCl	Тепловой поток
Этаж 10								
Помещение 451	рт_03	>600	568,3	>600	>600	>600	>600	>600
Помещение 1222	рт_01	>600	56,6	>600	>600	>600	142,3	>600

Ниже представлены графики изменения опасных факторов пожара для регистраторов:

рт_01

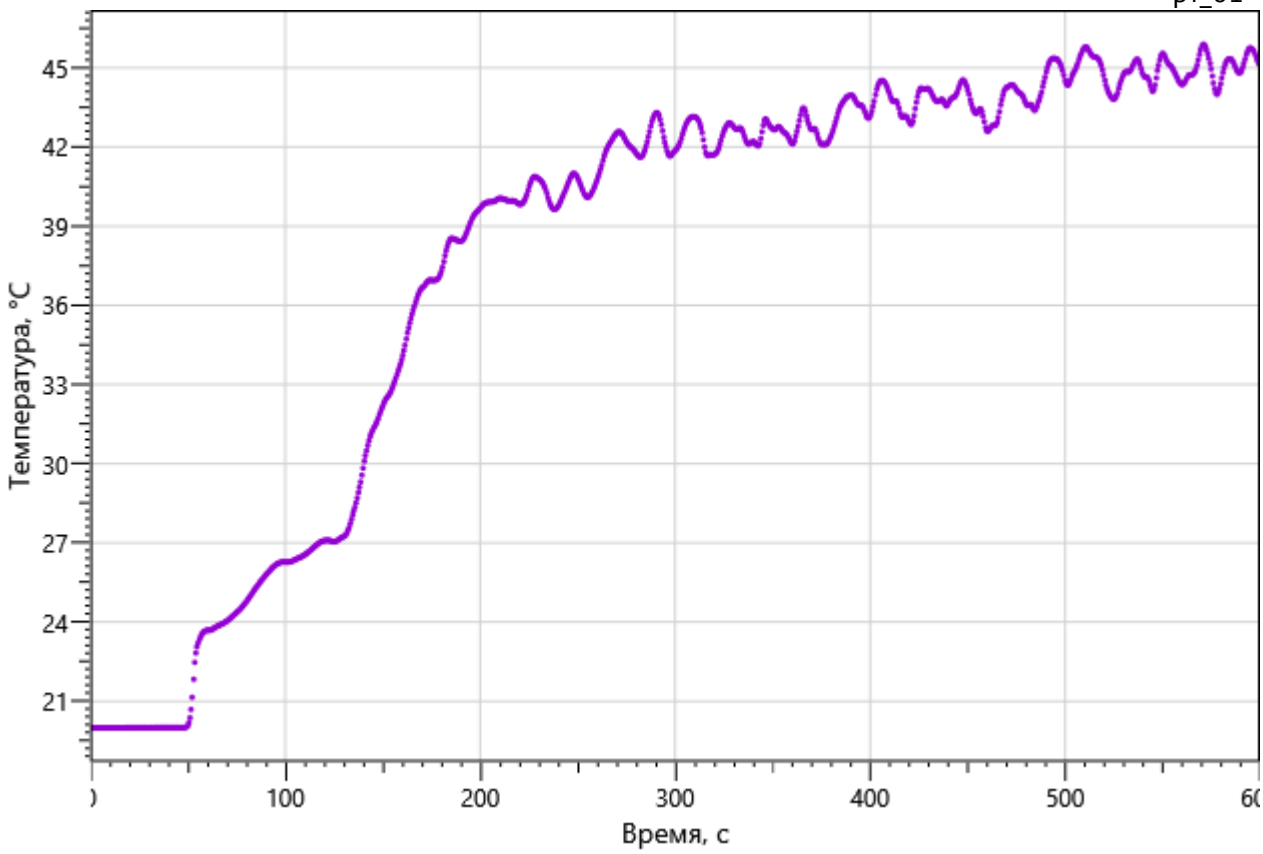


Рисунок 37 – Зависимость температуры от длительности пожара

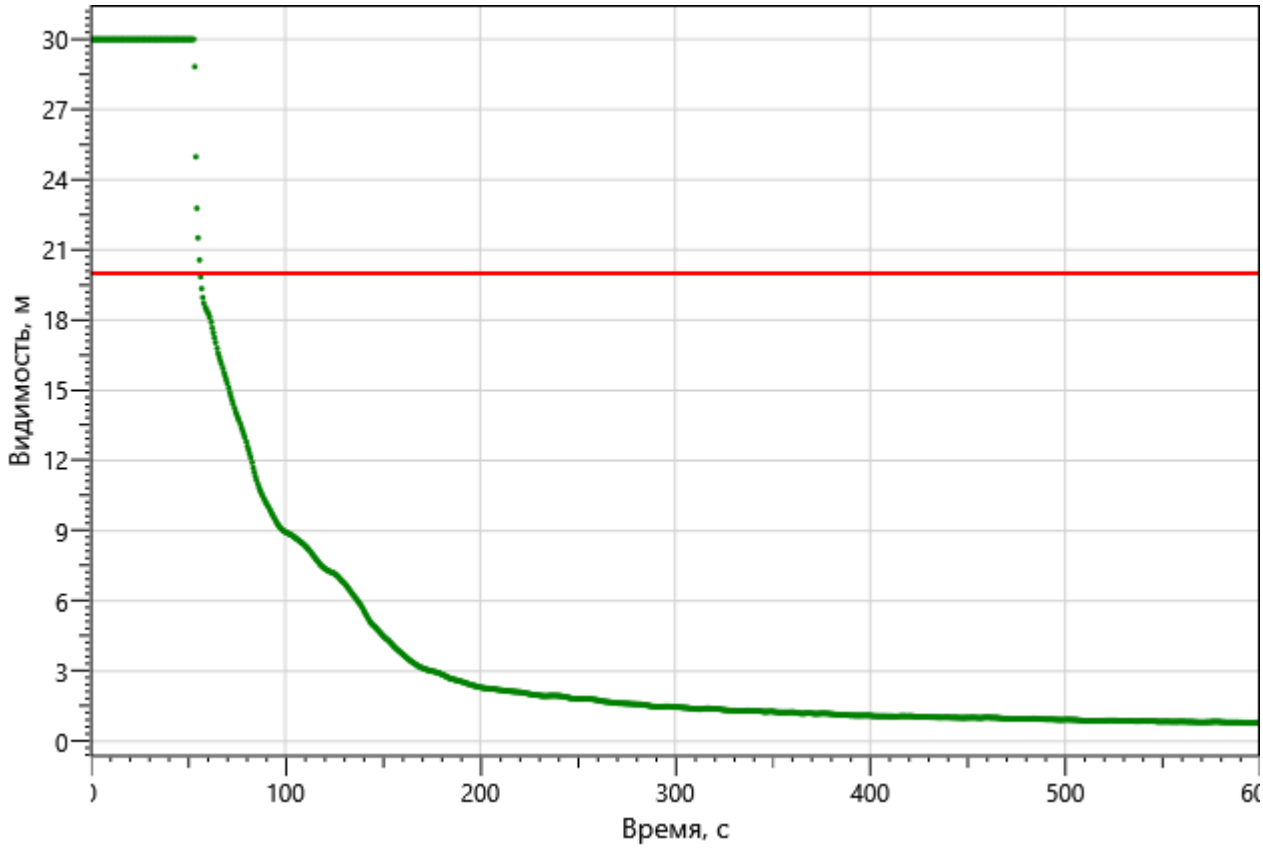


Рисунок 38 – Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

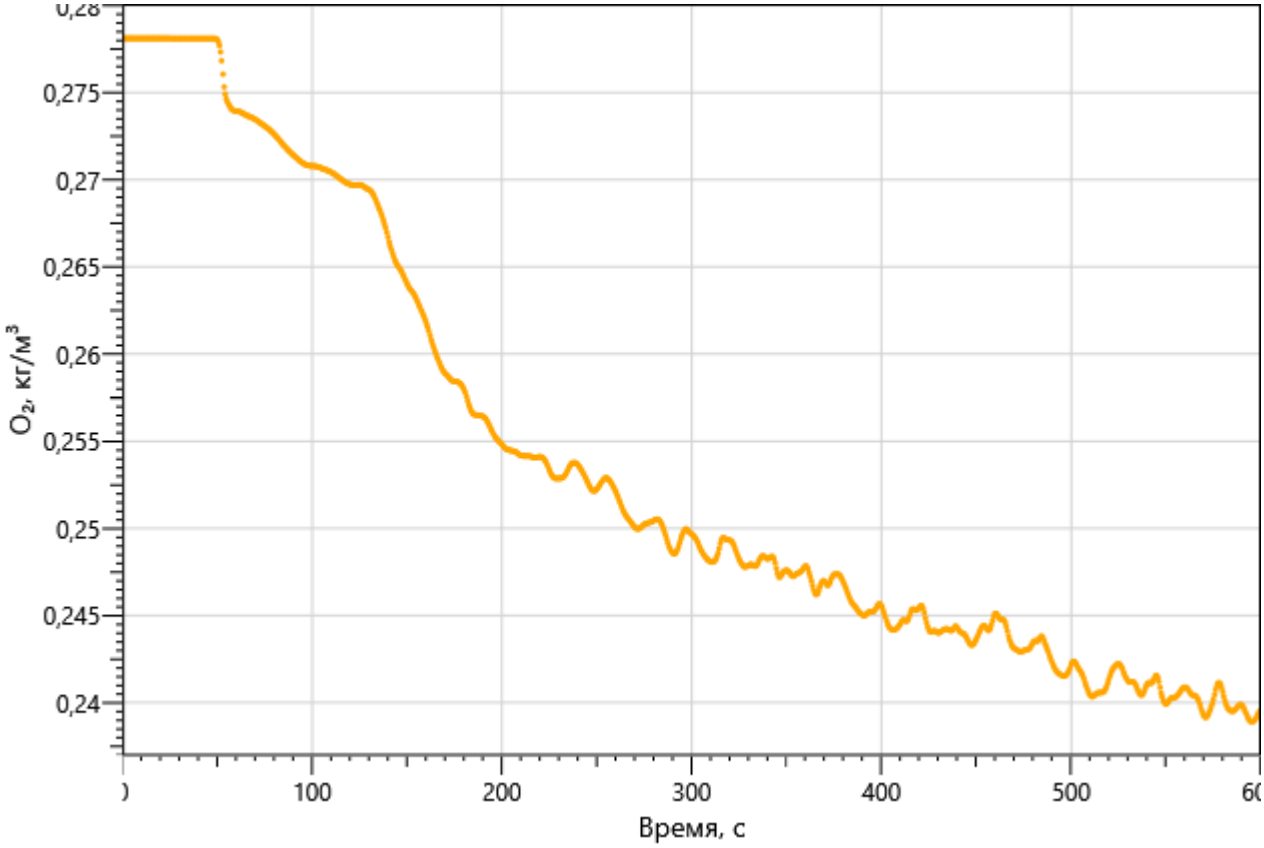


Рисунок 39 – Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

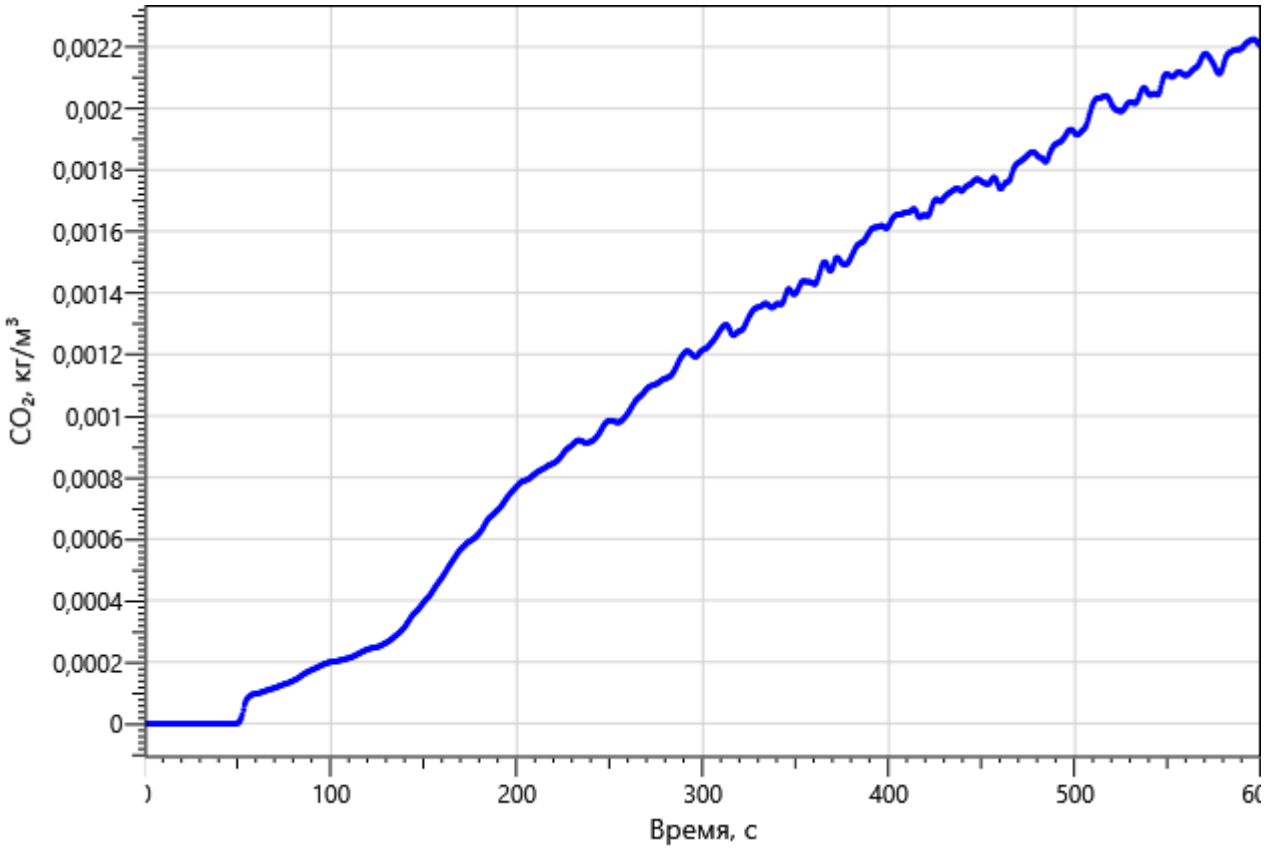


Рисунок 40 – Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

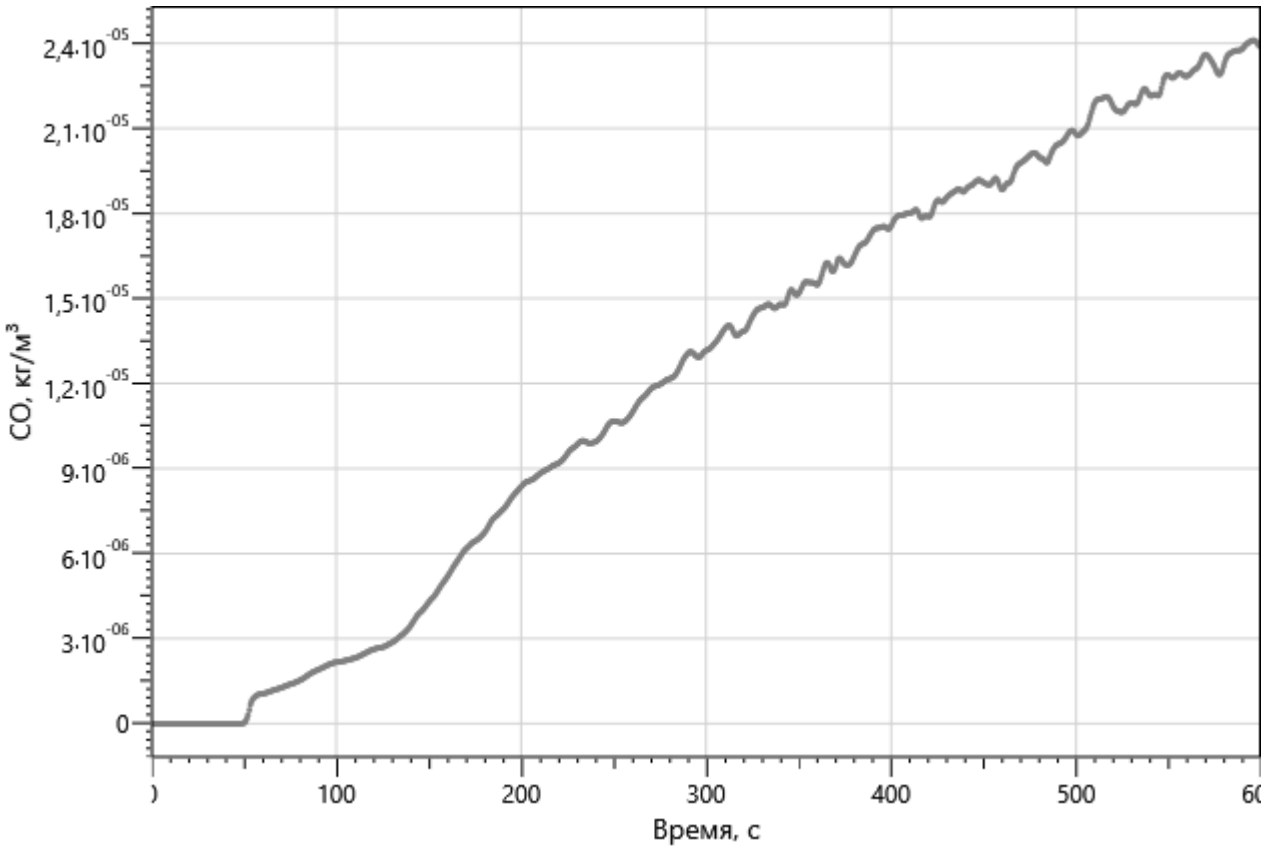


Рисунок 41 – Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

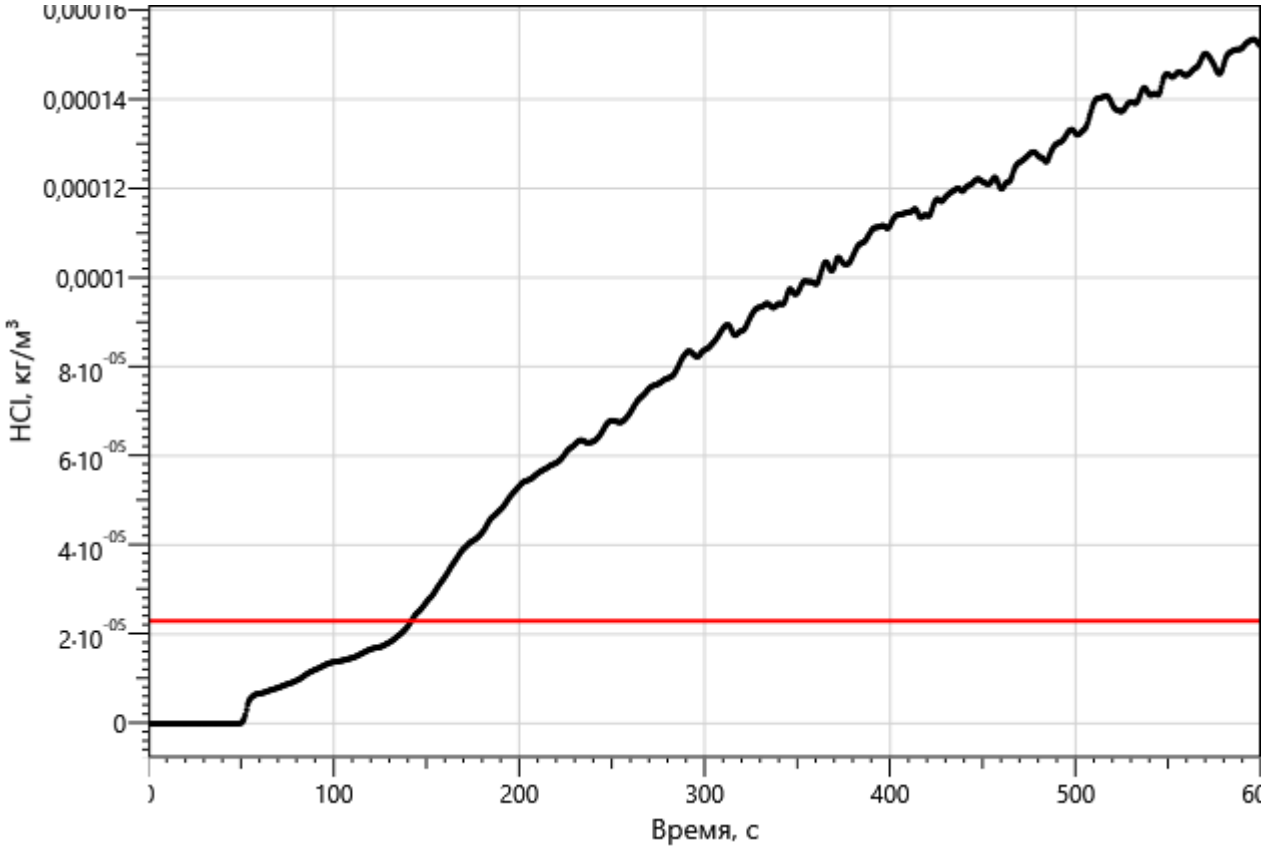


Рисунок 42 – Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

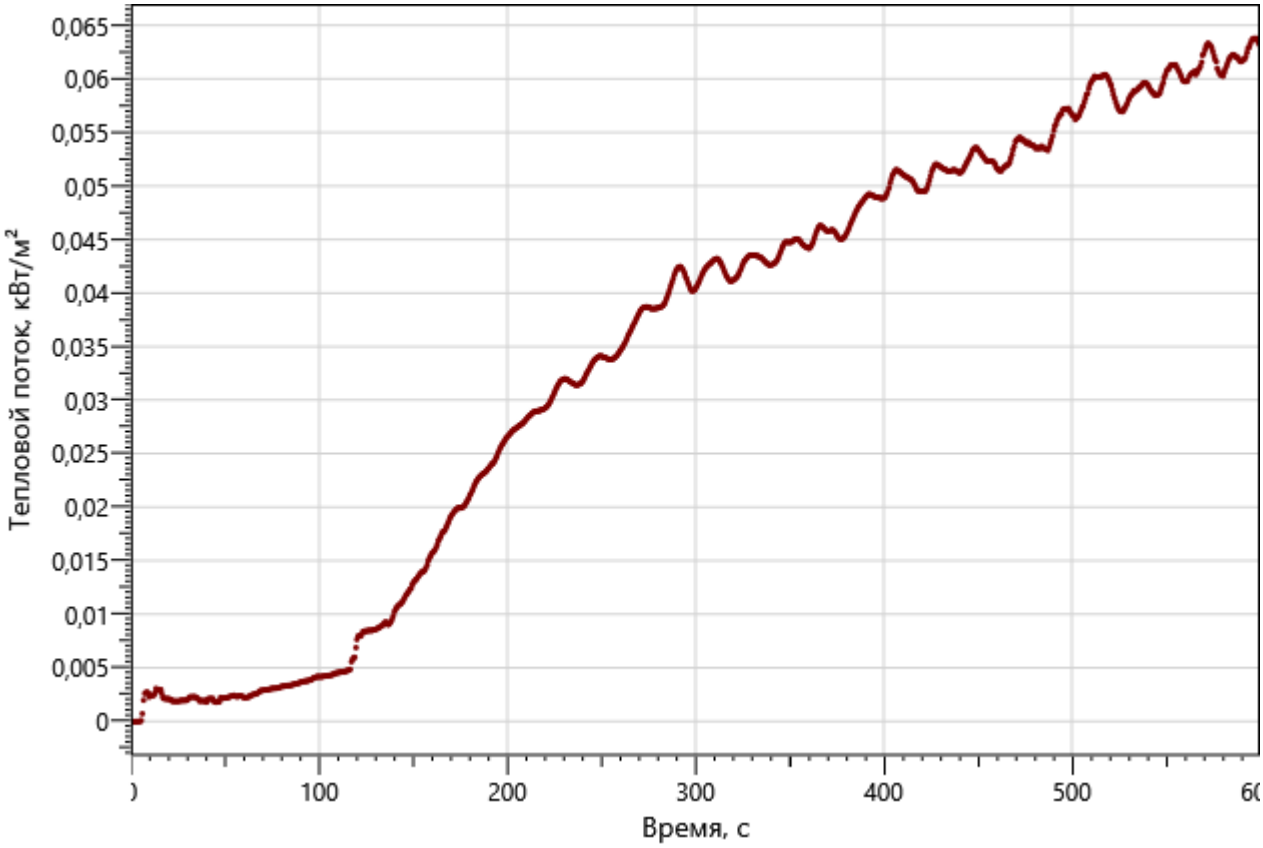


Рисунок 43 – Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

рт_03

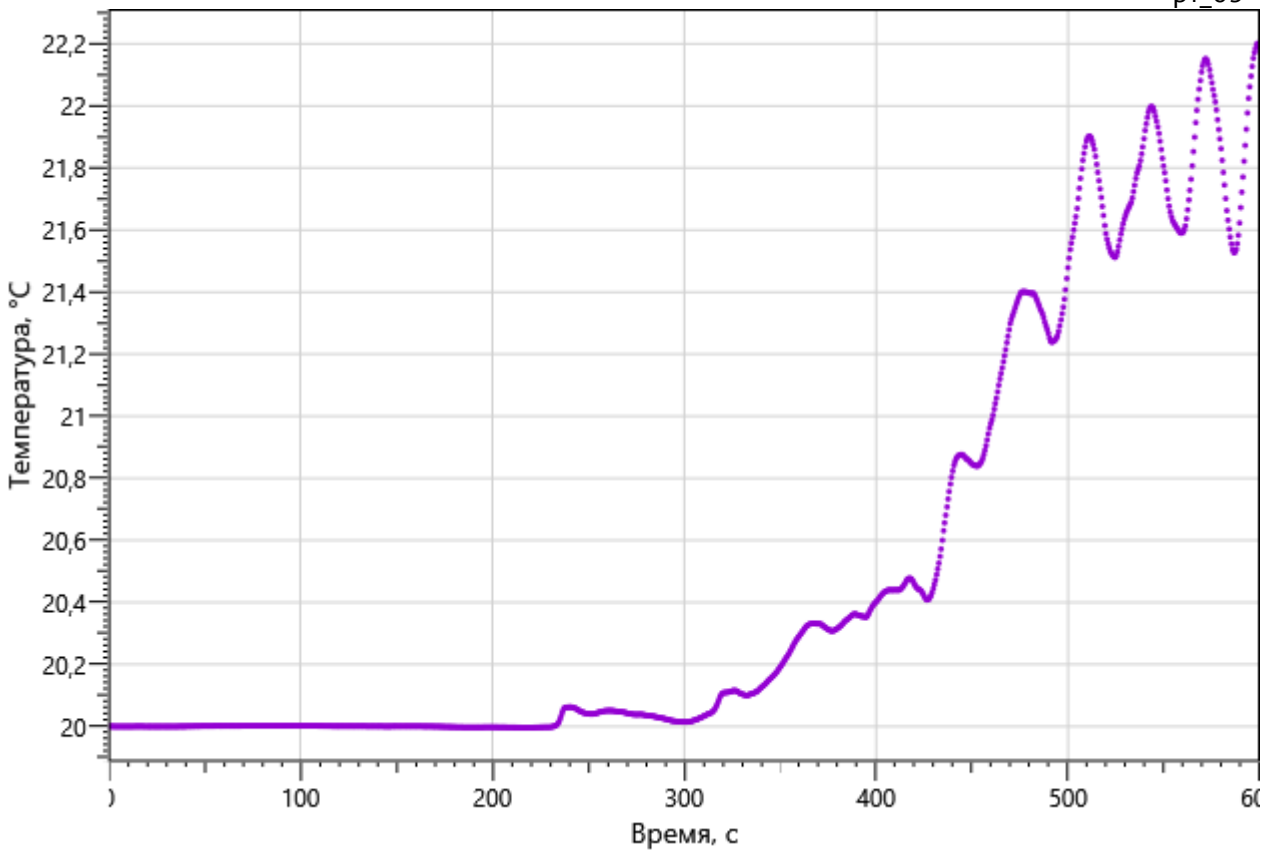


Рисунок 44 – Зависимость температуры от длительности пожара

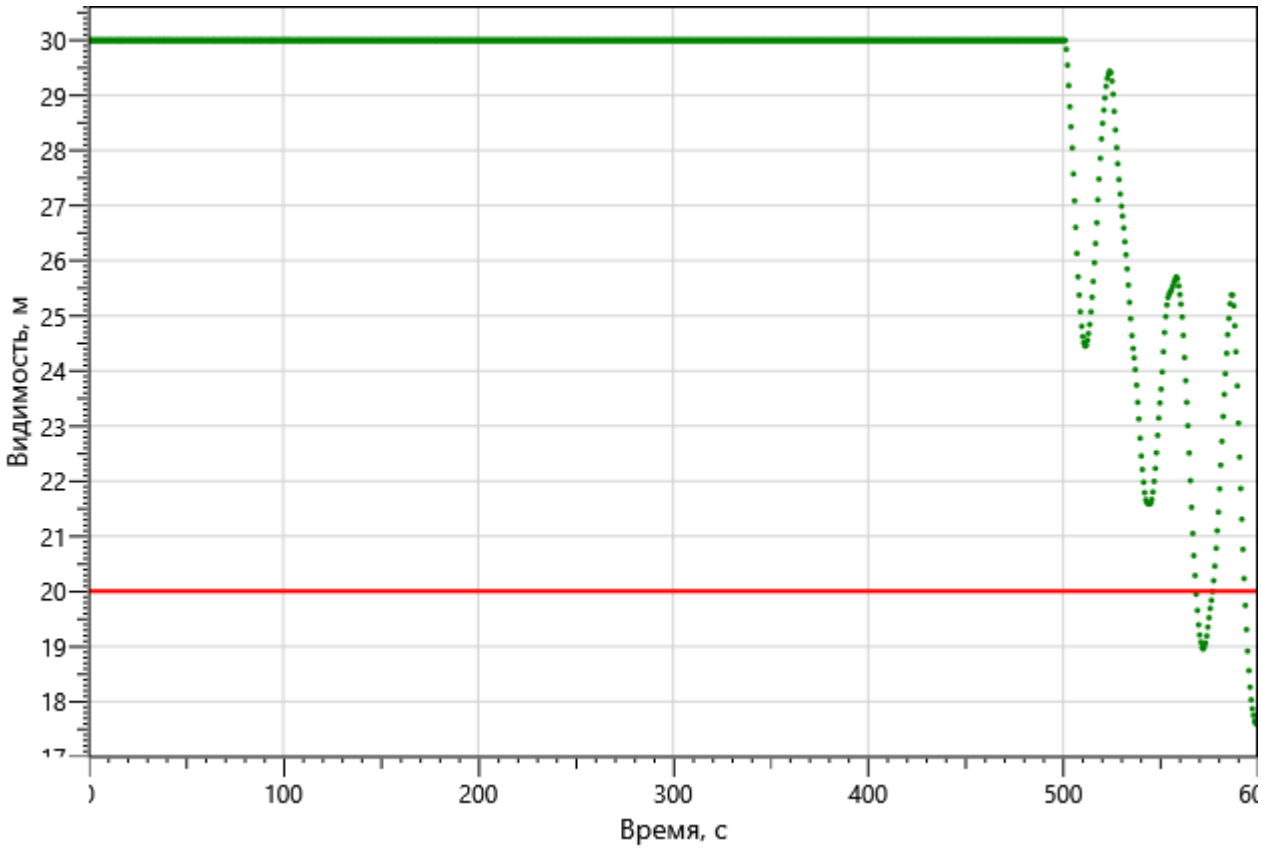


Рисунок 45 – Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

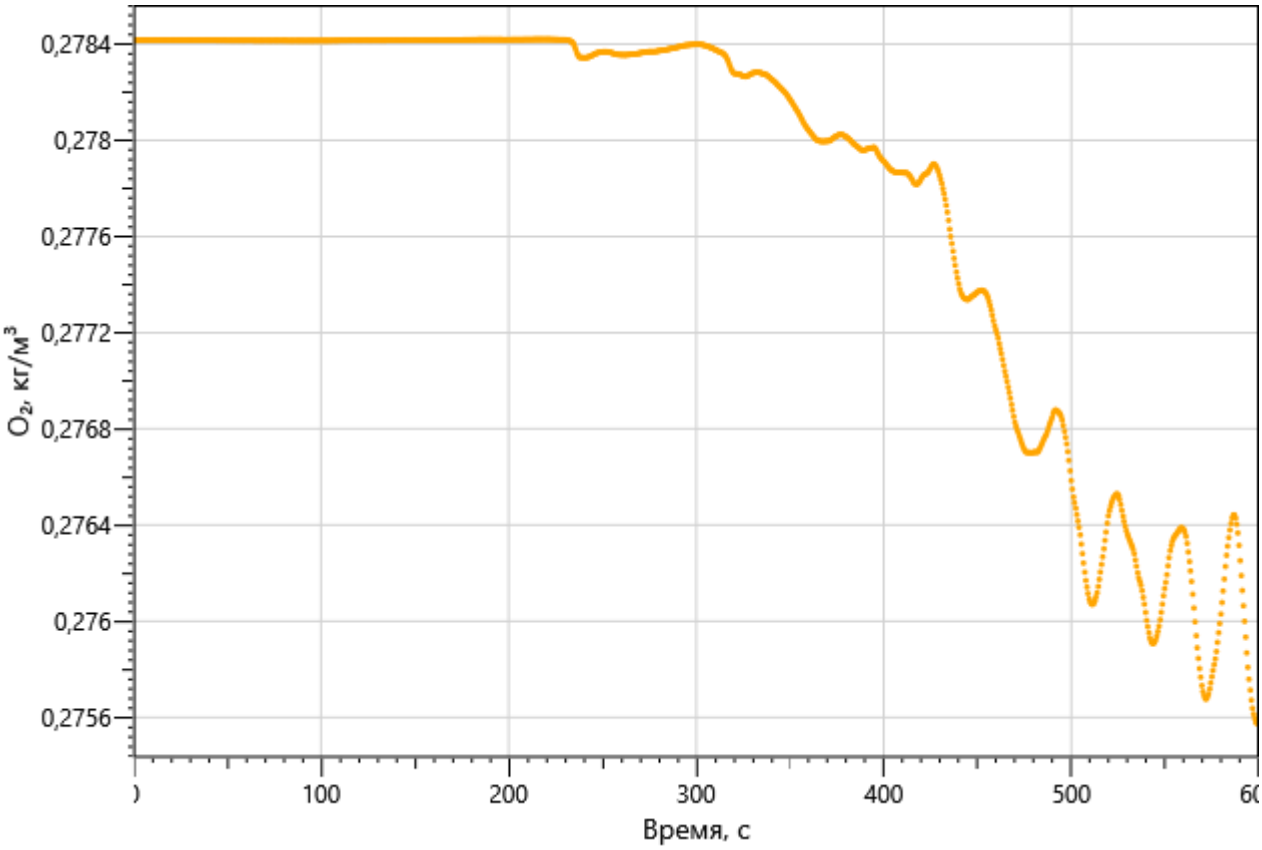


Рисунок 46 – Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

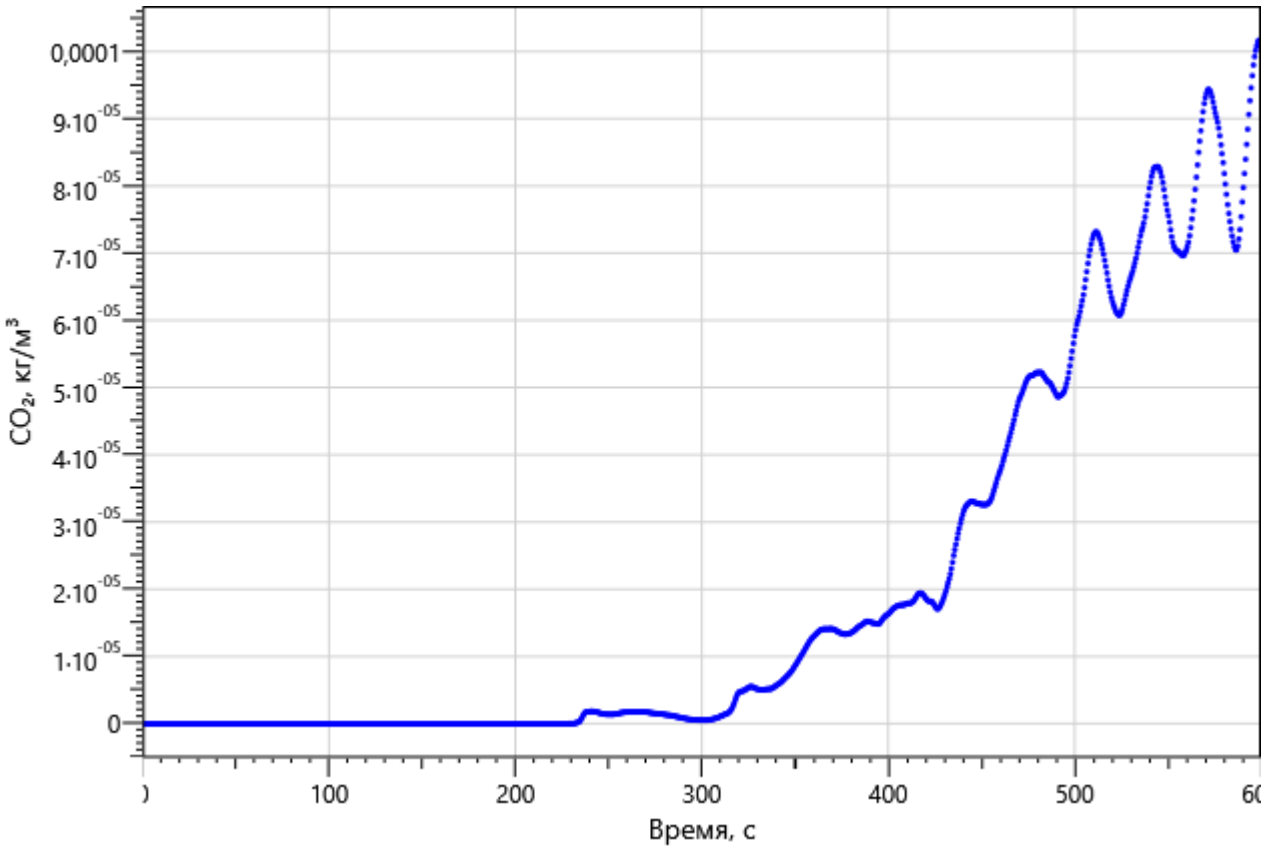


Рисунок 47 – Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

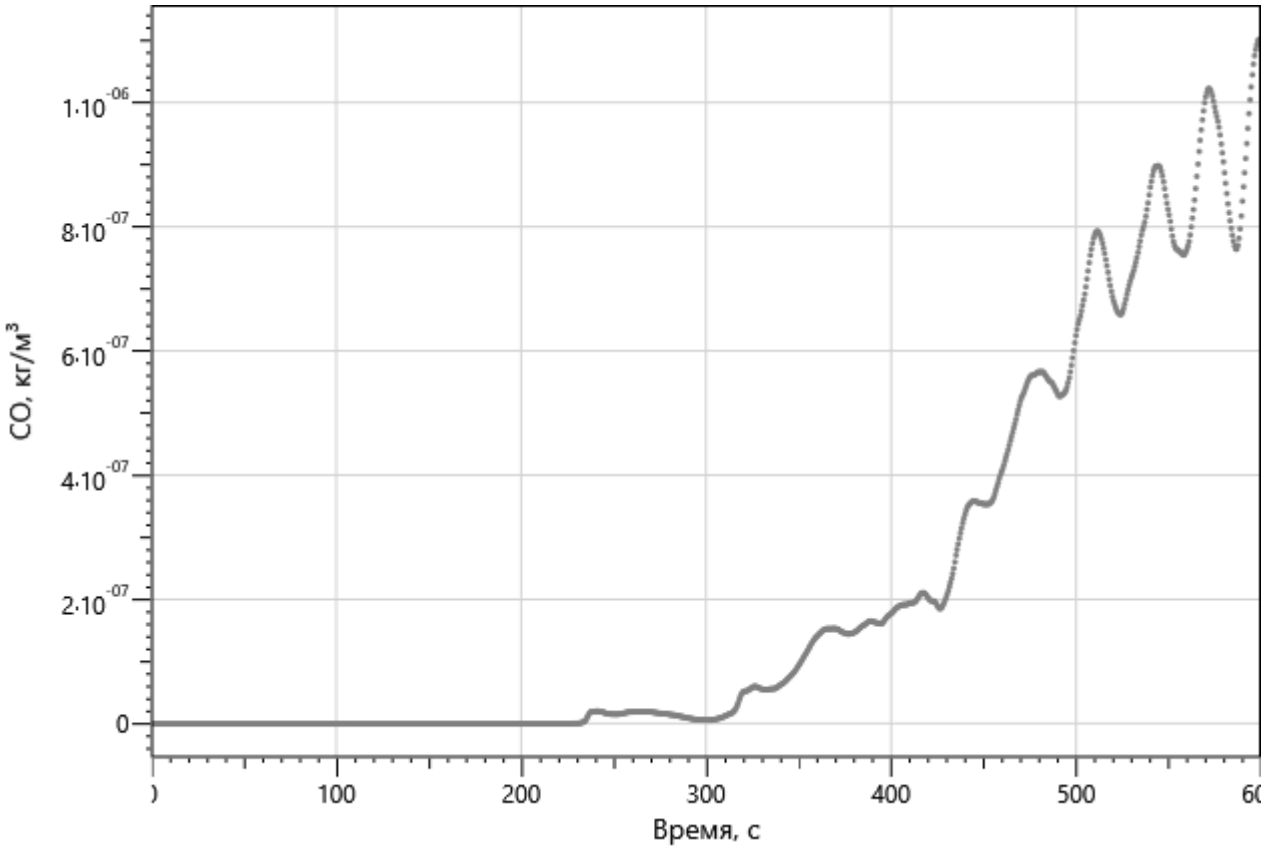


Рисунок 48 – Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

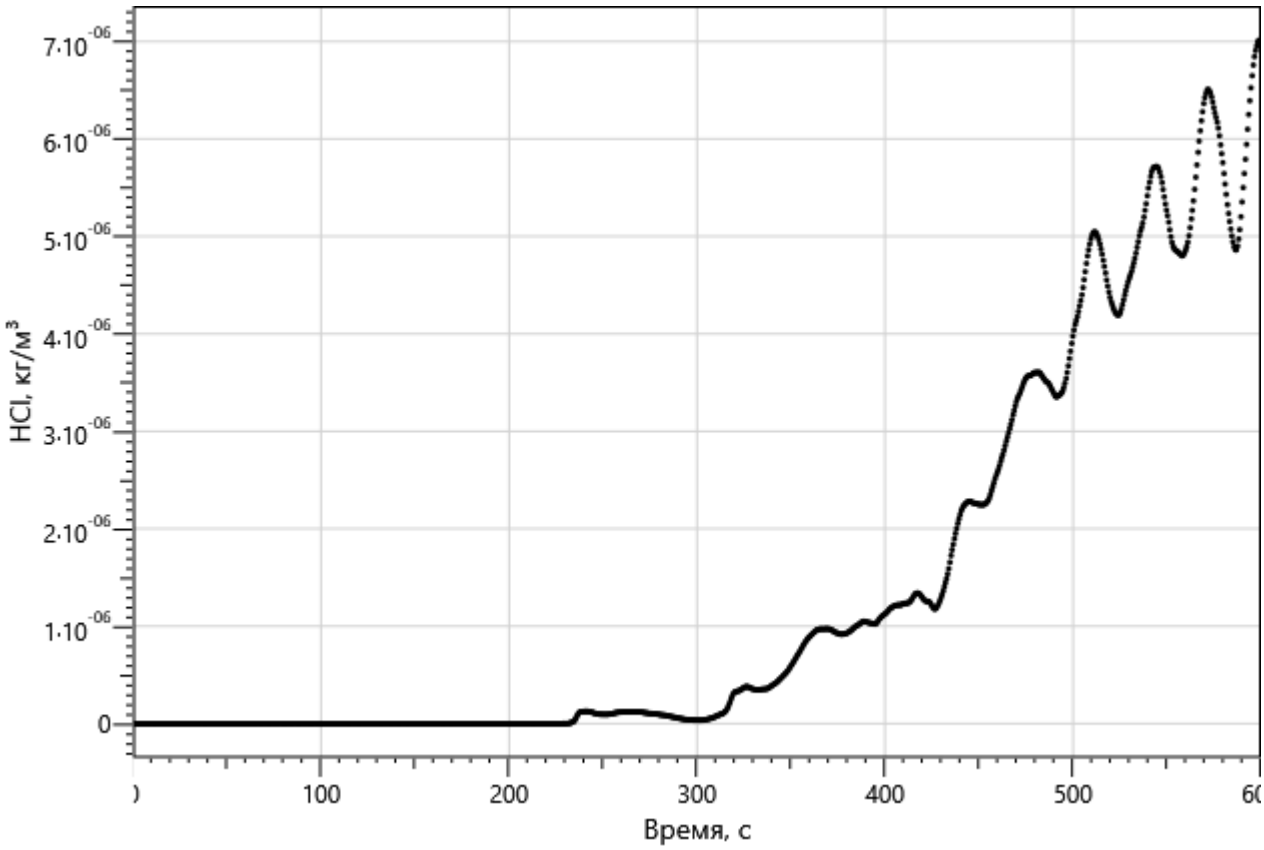


Рисунок 49 – Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

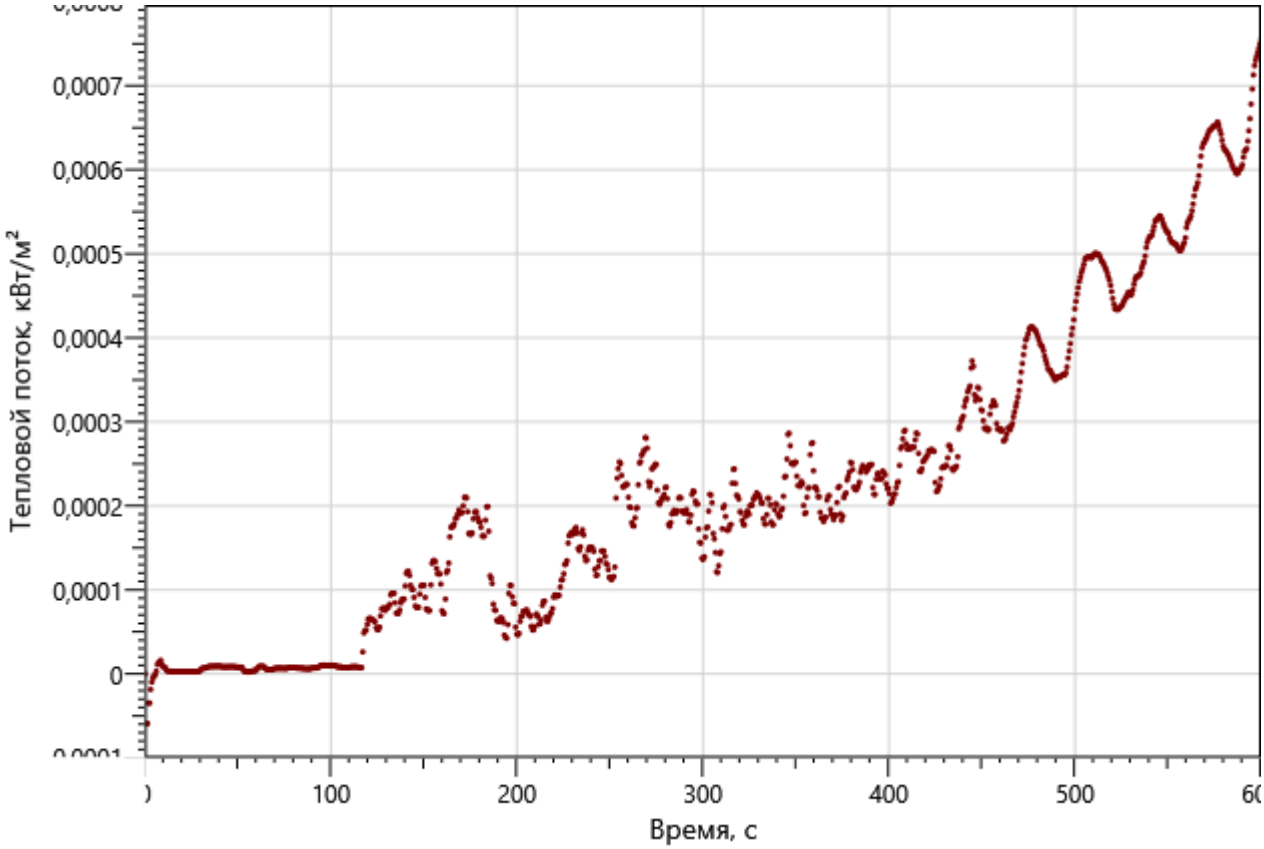


Рисунок 50 – Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

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

Пожар происходит в жилом помещении на 10-м этаже в корпусе 2 секции 18. ОФП распространяются по помещению и за его пределы, при этом создают угрозу блокирования единственного эвакуационного выхода, ведущего в незадымляемую лестничную клетку.

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

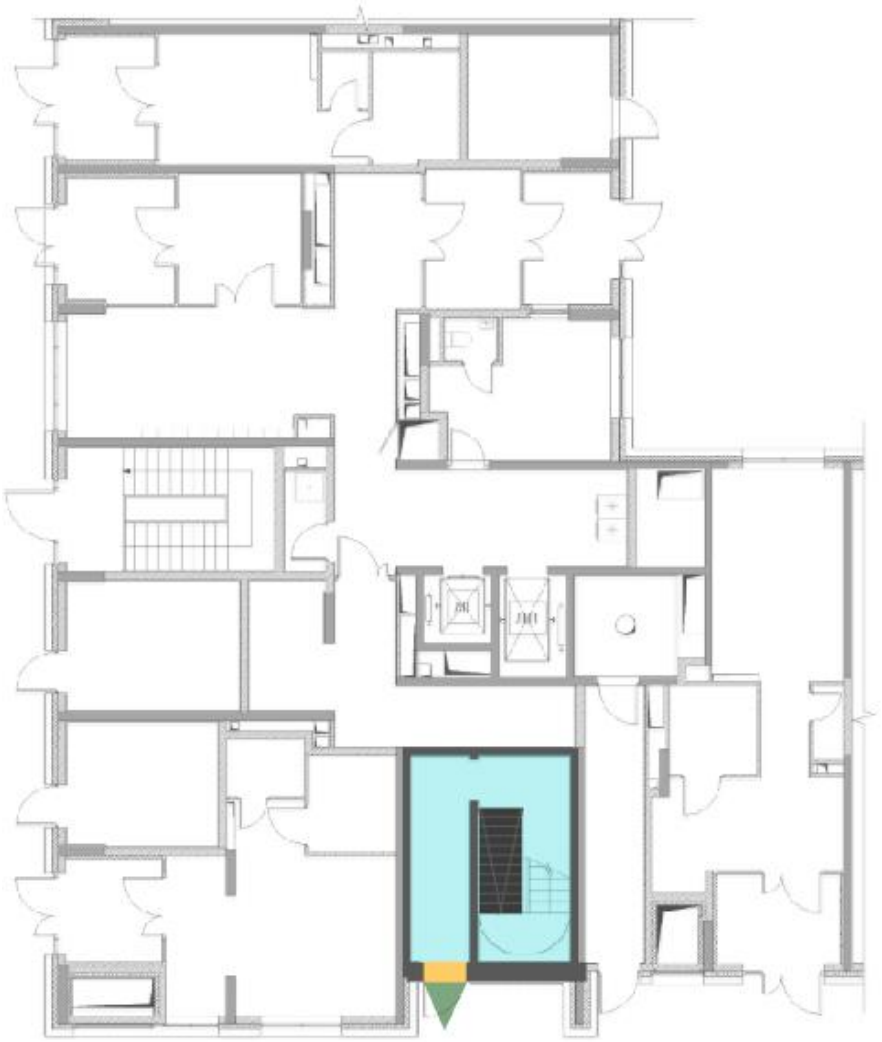


Рисунок 51 – Компьютерная модель 1-го этажа

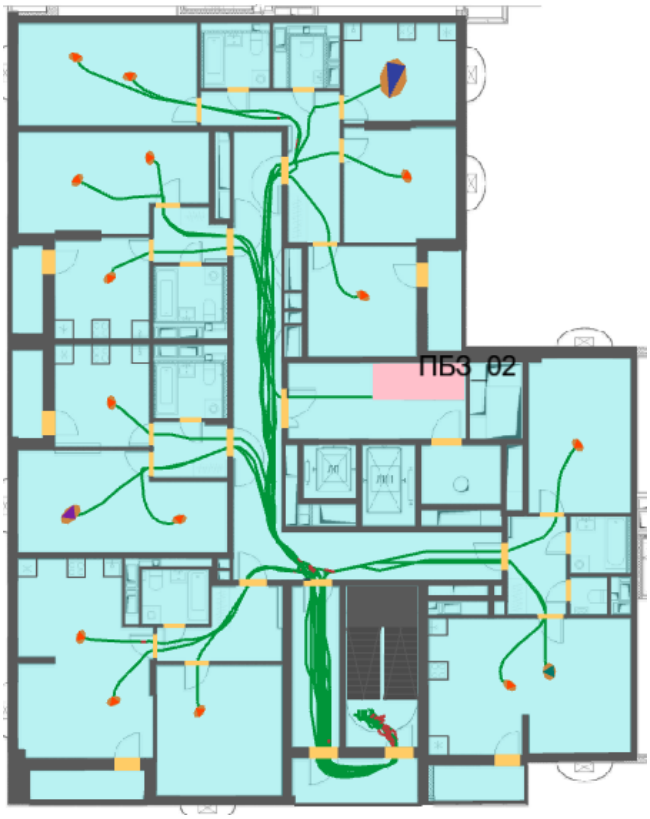


Рисунок 52 – План 2-9, 11-16-го этажей и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации

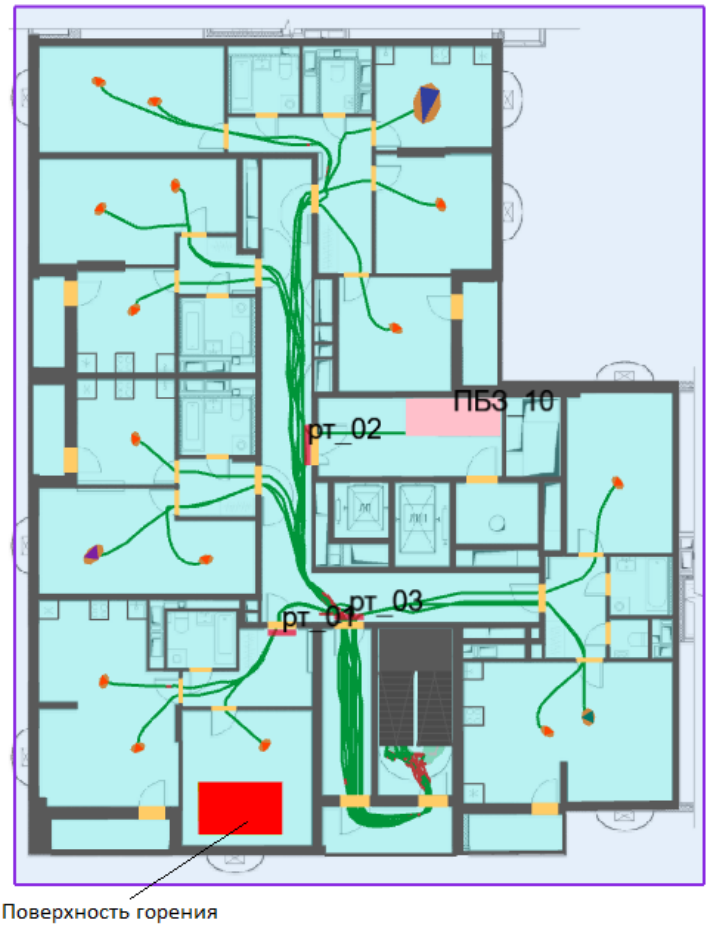


Рисунок 53 – План 10-го этажа и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации (расположение людей на момент начала эвакуации с этажа пожара)

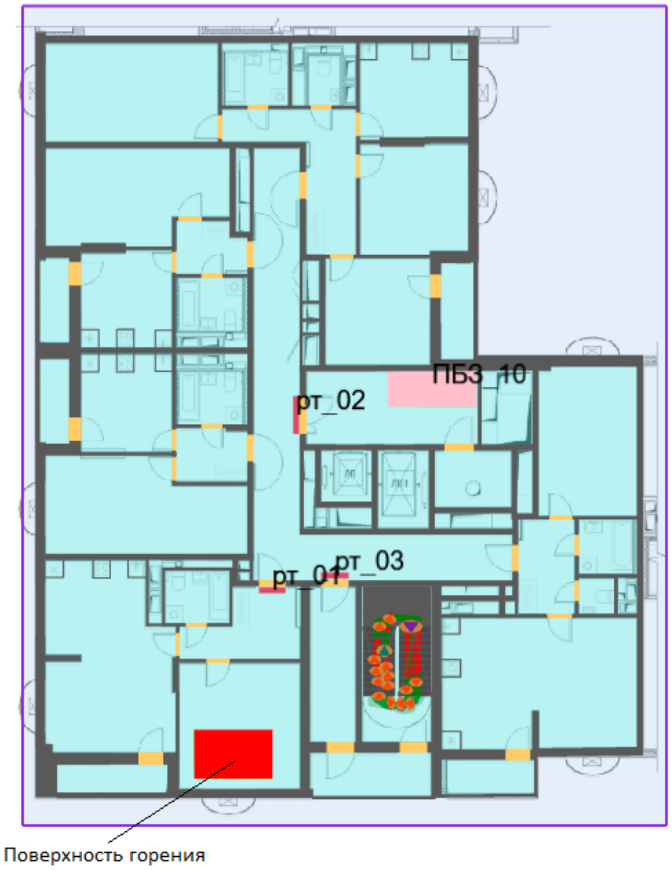


Рисунок 54 – План 10-го этажа и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации (расположение людей на момент полной эвакуации с этажа пожара – 6 мин.20 сек.)

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: $t_{НЭ} = 5{,}7$ с

Время эвакуации: $t_Э = t_{НЭ} + t_Р = 683{,}8$ с

Время существования скоплений: $t_{СК} = 8{,}4$ с

Общее количество людей: 255

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

– на 2-16 этажах: по 14 взрослых человек в зимней одежде, 1 человеку гр. М2, 1 человеку гр. М3, 1 человеку гр. М4.

Время эвакуации до эвакуационных выходов представлено в таблице ниже.

Таблица 22

Расположение	Наименование	Время первого, с	Время последнего, с	Количество людей
Этаж 1				
	Выход 1	65,4	683,6	240
Этаж 2				
	ПБЗ_02	376,2	376,2	1

Этаж 3				
	ПБЗ_03	376,2	376,2	1
Этаж 4				
	ПБЗ_04	376,2	376,2	1
Этаж 5				
	ПБЗ_05	376,2	376,2	1
Этаж 6				
	ПБЗ_06	376,2	376,2	1
Этаж 7				
	ПБЗ_07	376,2	376,2	1
Этаж 8				
	ПБЗ_08	376,2	376,2	1
Этаж 9				
	ПБЗ_09	376,2	376,2	1
Этаж 10				
	ПБЗ_10	376,2	376,2	1
Этаж 11				
	ПБЗ_11	376,2	376,2	1
Этаж 12				
	ПБЗ_12	376,2	376,2	1
Этаж 13				
	ПБЗ_13	376,2	376,2	1
Этаж 14				
	ПБЗ_14	376,2	376,2	1
Этаж 15				
	ПБЗ_15	376,2	376,2	1
Этаж 16				
	ПБЗ_16	376,2	376,2	1

Время эвакуации через регистраторы представлено в таблице ниже.

Таблица 23

Расположение	**Наименование**	**Время первого, с**	**Время последнего, с**	**Количество людей**
Этаж 10				
Помещение 451	рт_02	373,0	373,0	1
	рт_03	10,2	380,2	16
Помещение 473	рт_01	8,6	10,2	3

Вероятность эвакуации представлена в таблице ниже.

Таблица 24

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 10						
Помещение 473	рт_01	56,6	45,3	5,7	10,2	0,999
Помещение 451	рт_02	>600	>480	360,0	373,0	0,999
	рт_03	568,3	454,6	360,0	380,2	0,999

Результаты проведенных расчетов показывают, что максимальное расчетное время эвакуации с этажа пожара составит 6,33 мин. Время выхода из здания составляет 11,39 мин (Выход 1).

Максимальное время движения при плотности потока D больше 0,5 м^2/м^2 составляет 0,14 мин.

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

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 25

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	0,09	0,17	0,75	0,999	**Безопасно**
рт_02	6,00	6,21	<8,00	0,999	**Безопасно**
рт_03	6,00	6,33	7,57	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.

Предельно допустимое расстояние от наиболее удаленных мест с пребыванием маломобильных групп населения до эвакуационных выходов (дверей в зоны безопасности, выходов наружу) подтверждено расчетом пожарного риска. Эвакуация людей завершена до наступления предельно допустимых значений опасных факторов пожара (п. 6.2.25 СП 59.13330.2016).

5.2.4 Определение величины индивидуального пожарного риска (сценарий №2)

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

Вероятность эвакуации людей из здания рассчитывают по формуле:

$$P_{э,i} = \frac{N_{\Sigma,i} - N_{неэв,i}}{N_{\Sigma,i}} \cdot 0,999$$

где $N_{\Sigma,i}$ - общее количество людей, эвакуирующихся в рассматриваемом сценарии;

$N_{неэв,i}$ - количество не эвакуировавшихся людей. Определяется путем суммирования по всем участкам путей эвакуации людей, не успевших покинуть указанный участок до его блокирования опасными факторами пожара (для которых $t_р + t_{нэ} > 0,8 \cdot t_{бл}$), и людей, попавших в скопление продолжительностью более 6 мин ($t_{СК} > 6 мин$). Как показали проведённые расчёты, все люди успевают покинуть участок пути эвакуации до его блокирования опасными факторами пожара, а также скоплений продолжительностью более 6 мин не наблюдается $P_э = 0,999$.

Вероятность спасения $P_{сп,i}$ определяется по формуле:

$$P_{сп,i} = 1 - \left(1 - K_{п.з,i}\right)\left(1 - K_{ФПС,i}\right)\left(1 - K_{ф,i}\right)\left(1 - K_{эв,i}\right) =$$

$$= 1-(1-0{,}8704)\cdot(1-0)\cdot(1-0{,}75)\cdot(1-0)=0{,}9676$$

$$\mathrm{K}_{п.з.,i}=1-\left(1-K_{обн,i}\cdot K_{СОУЭ,i}\right)\cdot\left(1-K_{обн,i}\cdot K_{ПДЗ,i}\right)=$$

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

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

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

$K_{СОУЭ,i}$ – 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 $K_{СОУЭ,i}=0{,}8$;

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

$K_{ФПС,i}$ – коэффициент, учитывающий дислокацию подразделений пожарной охраны на территории поселений и городских округов. Значение параметра $K_{ФПС,i}$ принимается равным $K_{ФПС,i}=0$;

$K_{ф,i}$ - коэффициент, учитывающий класс функциональной пожарной опасности здания. Значение параметра $K_{ф,i}$ принимается равным $K_{ф,i}=0{,}75$;

$K_{эв,i}$ - коэффициент, учитывающий соответствие путей эвакуации требованиям нормативных документов по пожарной безопасности. Значение параметра $K_{эв,i}$ принимается равным $K_{эв,i}=0$.

Расчетная величина индивидуального пожарного риска $Q_В$ рассчитывается по формуле:

$$Q_{B,i}=Q_{П,i}\left[1-\left(P_{Э,i}+\left(1-P_{Э,i}\right)\cdot P_{СП,i}\right)\right]$$ и равна

$$Q_B=2{,}6\cdot 10^{-2}\left[1-\left(0{,}999+(1-0{,}999)\cdot 0{,}9676\right)\right]=0{,}84\cdot 10^{-6}$$

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

Таблица 26

№ сценария пожара	Вероятность присутствия и спасения людей	Вероятность возникновения пожара	Вероятность эвакуации	Соответствие систем противопожарной безопасности требованиям нормативных документов							Расчетная величина пожарного риска
				$R_{АПС}$	$R_{АУПТ}$	$R_{СОУЭ}$	$R_{ПДЗ}$	$R_{ФПС}$	$R_{Ф}$	$R_{ЭВ}$	
2(жилье, корпус 2	$P_{сп.i}=0{,}9676$	$2{,}6\cdot 10^{-2}$	0,999	0,8	-	0,8	0,8	0	0,75	0	$0{,}84\cdot 10^{-6}$

секция 18)											

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 $Q_B = 0,84 \cdot 10^{-6}$ менее нормативного значения индивидуального пожарного риска $(Q_B^H = 10^{-6})$, то расчетная величина индивидуального пожарного риска при возможном пожаре соответствует требуемому значению.

5.3 Сценарий №3 (автостоянка)

5.3.1 Расчет времени блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара (сценарий №3)

Пожар происходит в помещении автостоянки на “минус” 1-м этаже. ОФП распространяются по помещению и за его пределы, при этом блокируют ближайшие эвакуационные выходы.

Дверь помещения очага пожара принималась открытой. Размер ячейки области расчета, используемой в сценарии равен 0,25м. Высота этажа пожара (от пола до потолка) и помещения очага пожара равна 3,60 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:

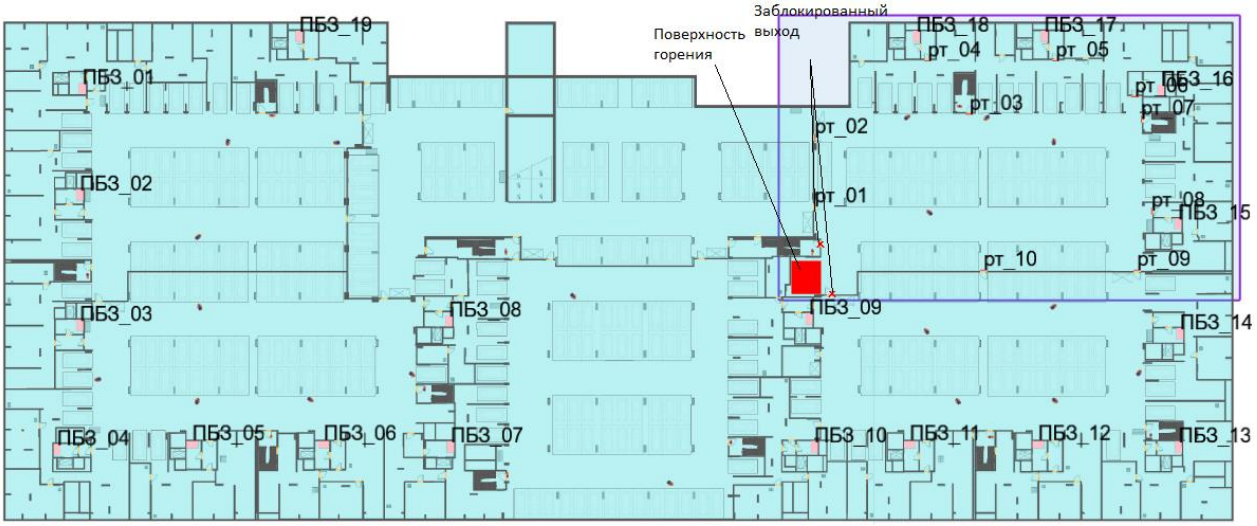


Рисунок 55 – Компьютерная модель “минус” 1-го этажа с предполагаемой поверхностью горения и нанесенными расчётными точками

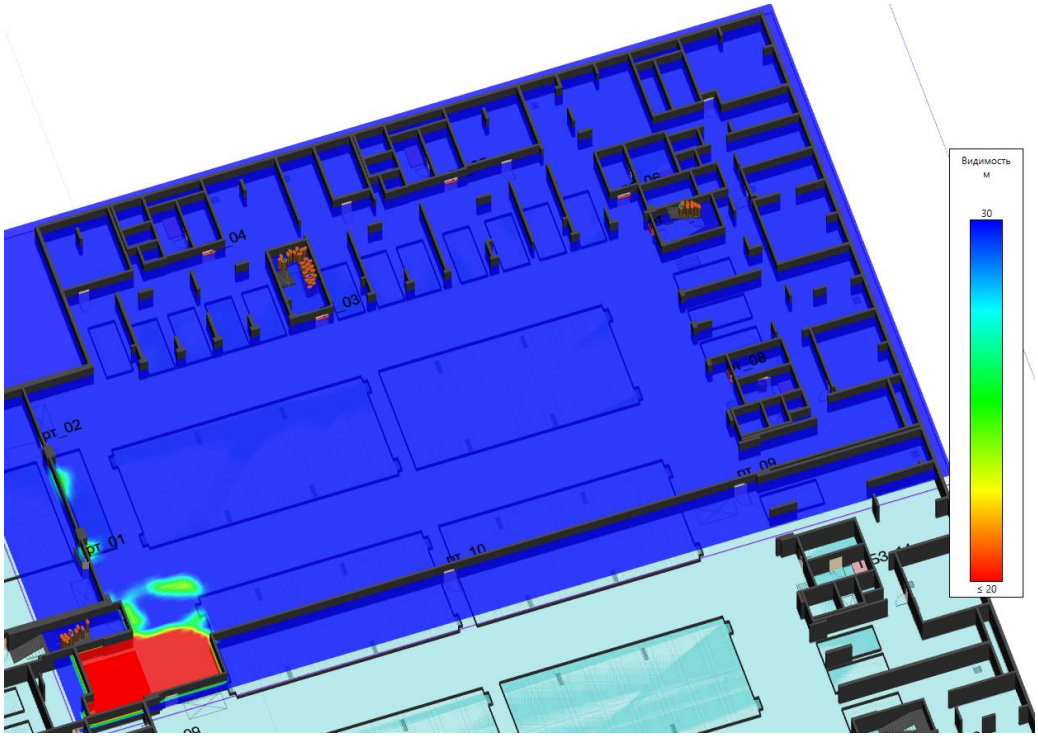


Рисунок 56 – Компьютерная 3D модель части “минус” 1-го этажа с предполагаемой поверхностью горения и нанесенными расчётными точками (плотность дыма на момент полной эвакуации людей с части этажа пожара – 1 мин. 11 сек.)

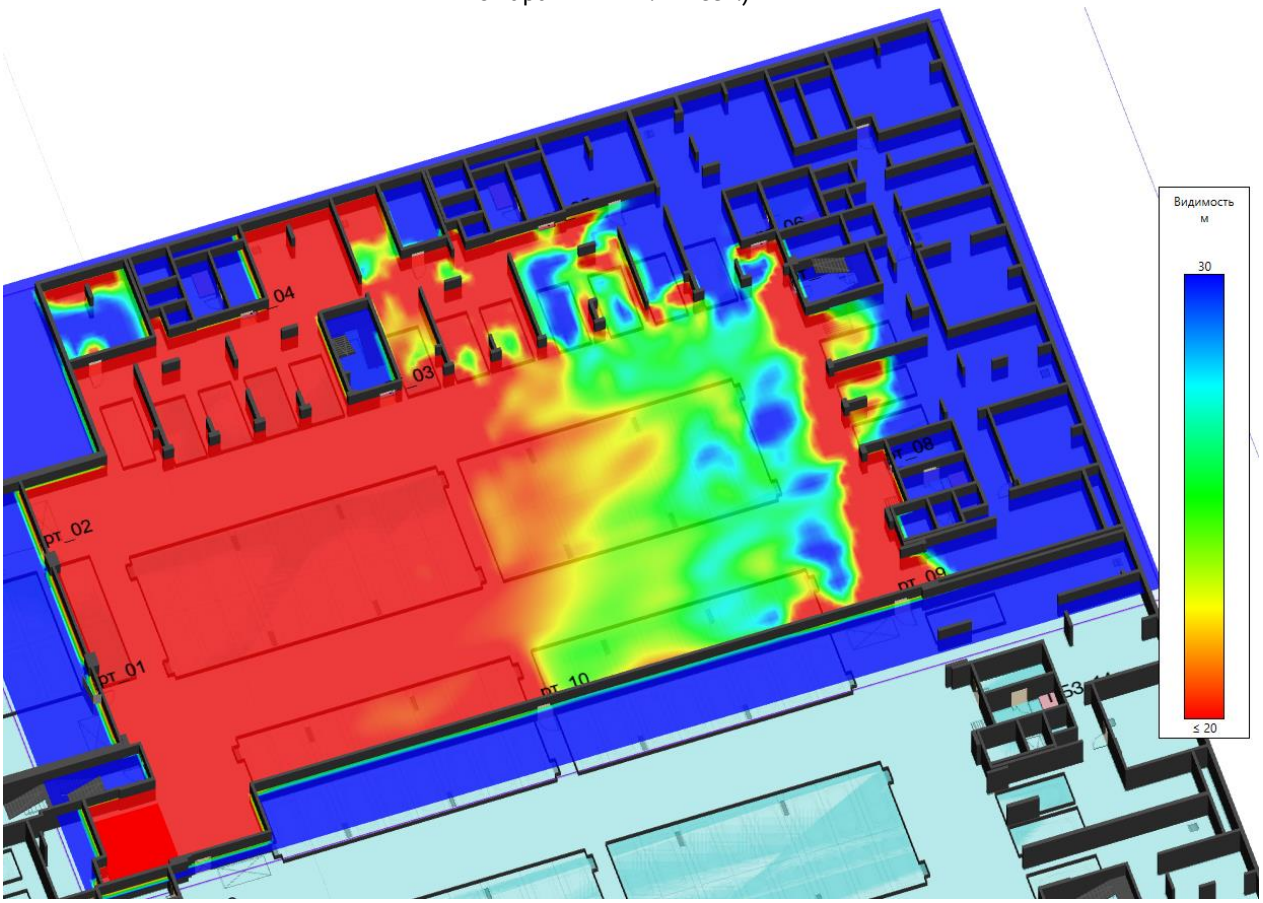


Рисунок 57 – Компьютерная 3D модель части “минус” 1-го этажа с предполагаемой поверхностью горения и нанесенными расчётными точками (плотность дыма на момент наступления ОФП до рт_05 – 3 мин. 4 сек.)

$R_n = V_л \cdot t_{св}$ - 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 части этажа пожара 1,19 мин. Принимаем время свободного горения 2 мин.

$$R_n = 0{,}0068 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 120\text{сек.} = 0{,}81\text{м}$$

$$S = 3{,}14 \cdot 0{,}81^2 = 2{,}06\text{м}^2$$

Параметры горючей нагрузки ((автомобиль; 0,3 * (резина, бензин) + 0,15 * (ППУ, искожа ПВХ) + 0,1 * эмаль), использовавшейся при моделировании представлены в таблице ниже.

Таблица 27

Параметр	Единица измерения	Значение
Низшая теплота сгорания	кДж/кг	31700
Линейная скорость распространения пламени	м/с	0,0068
Удельная массовая скорость выгорания	кг/(м² · с)	0,0116
Коэффициент полноты сгорания	–	0,93
Удельная мощность	кВт/м²	343,454
Дымообразующая способность	Нп · м²/кг	487
Потребление кислорода (O_2)	кг/кг	2,64
Выделение углекислого газа (CO_2)	кг/кг	1,295
Выделение угарного газа (CO)	кг/кг	0,097
Выделение хлористого водорода (HCl)	кг/кг	0,0109

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

Таблица 28

Расположение	Наименование	Время блокирования по каждому ОФП, с						
		Температура	Видимость	O_2	CO_2	CO	HCl	Тепловой поток
Этаж -1								
Помещение 277	рт_01	281,4	79,9	336	>600	353,4	186,6	472,2
	рт_02	322,8	115,9	385,8	>600	375	202,2	>600
	рт_03	273,7	100,2	325,2	>600	341,5	186	595,2
	рт_04	334,2	130,9	404,5	>600	363	200,5	>600
	рт_05	474,6	184,3	552,7	>600	416,4	259,3	>600
	рт_06	439,9	178,2	520,2	>600	397,8	241,2	>600
	рт_07	412,8	172,8	480,1	>600	389,4	231	>600
	рт_08	415,3	174,7	463,2	>600	390,7	230,4	>600
	рт_09	439,9	171,6	447,7	>600	369,6	230,4	>600
	рт_10	404,5	112,9	434,4	>600	398,5	240,1	>600

Ниже представлены графики изменения опасных факторов пожара для регистраторов:

рт_01

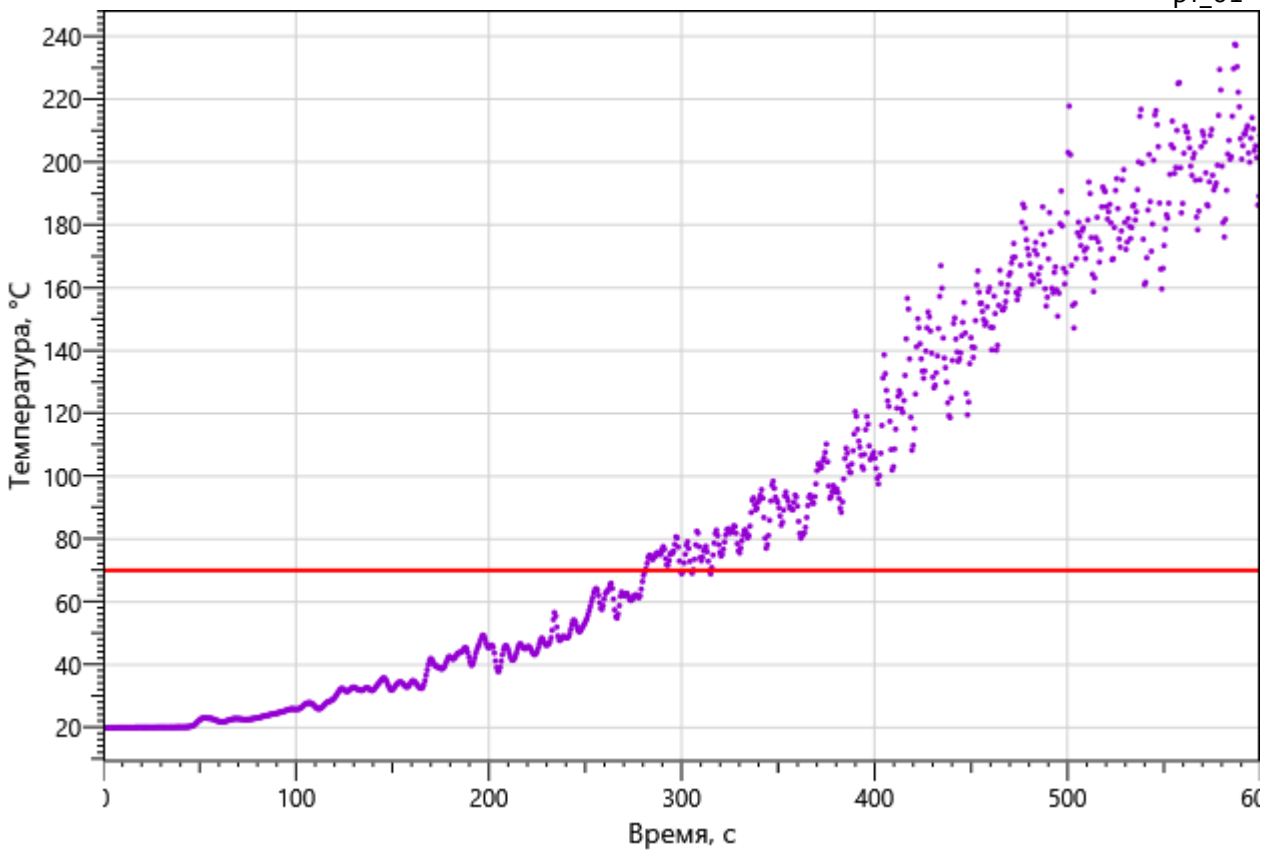


Рисунок 58 – Зависимость температуры от длительности пожара

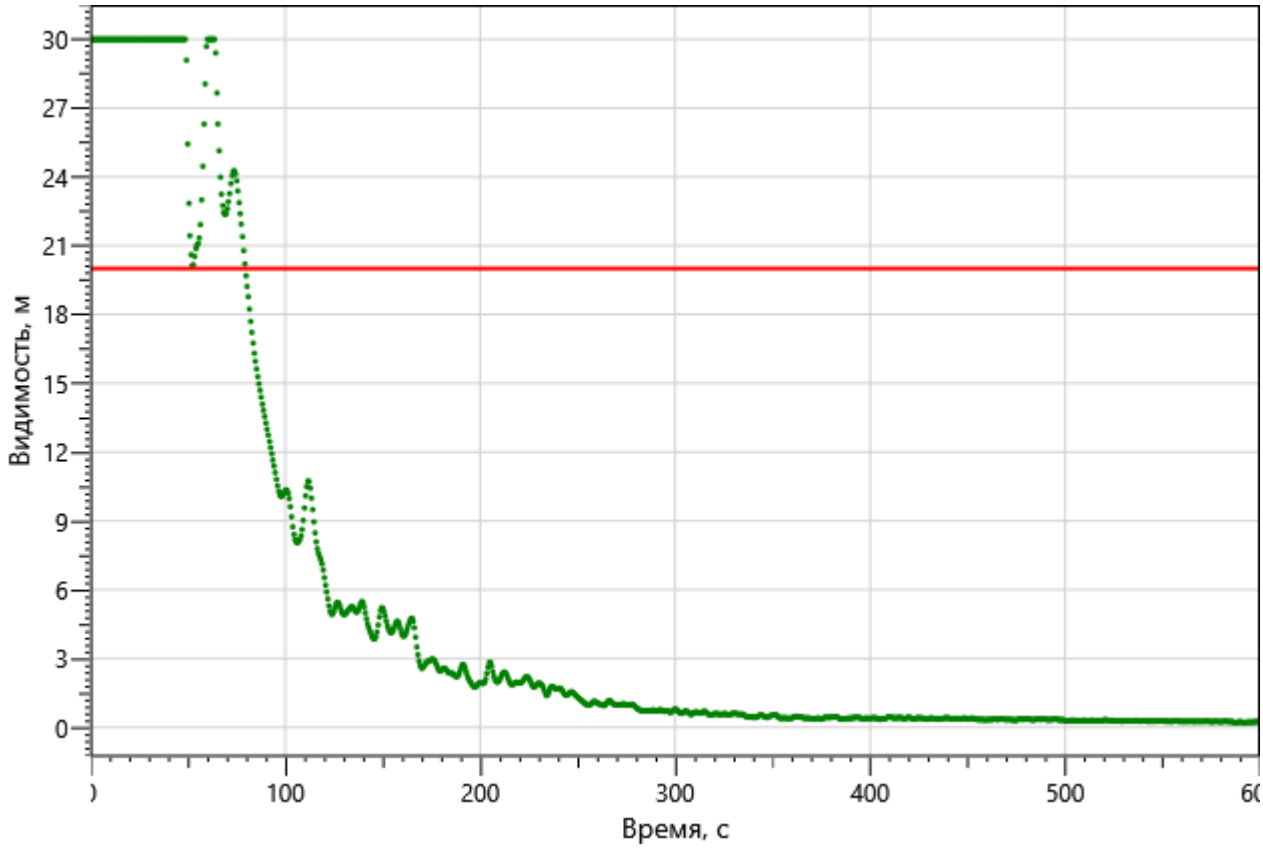


Рисунок 59 – Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

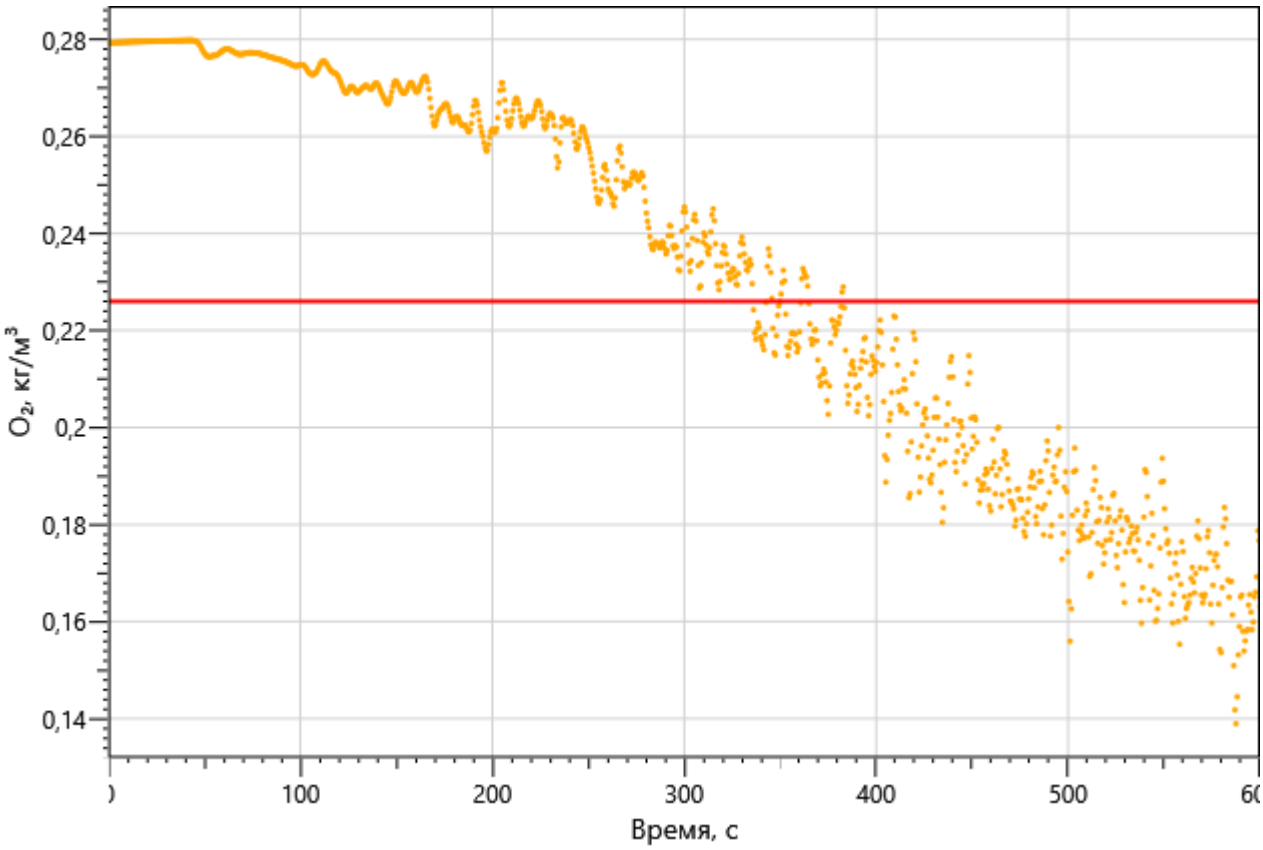


Рисунок 60 – Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

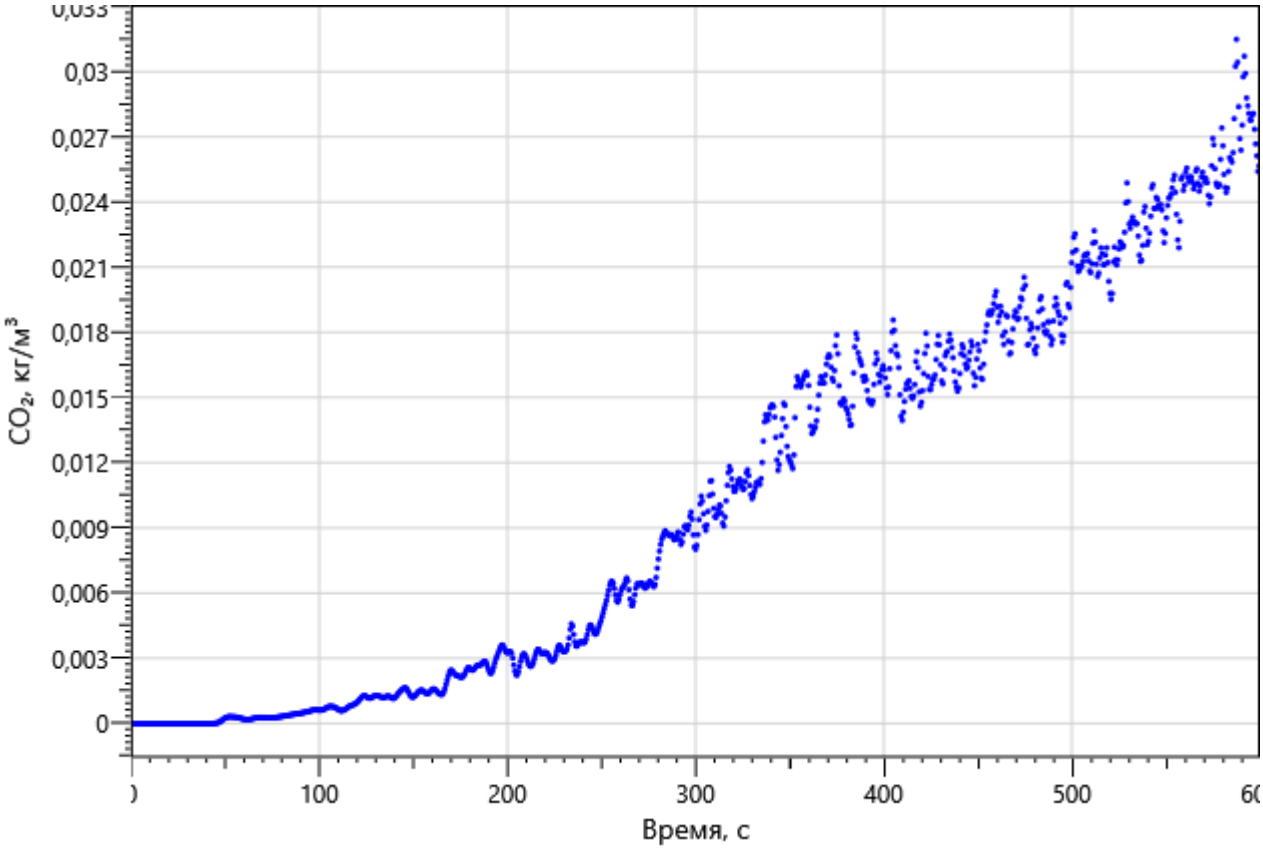


Рисунок 61 – Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

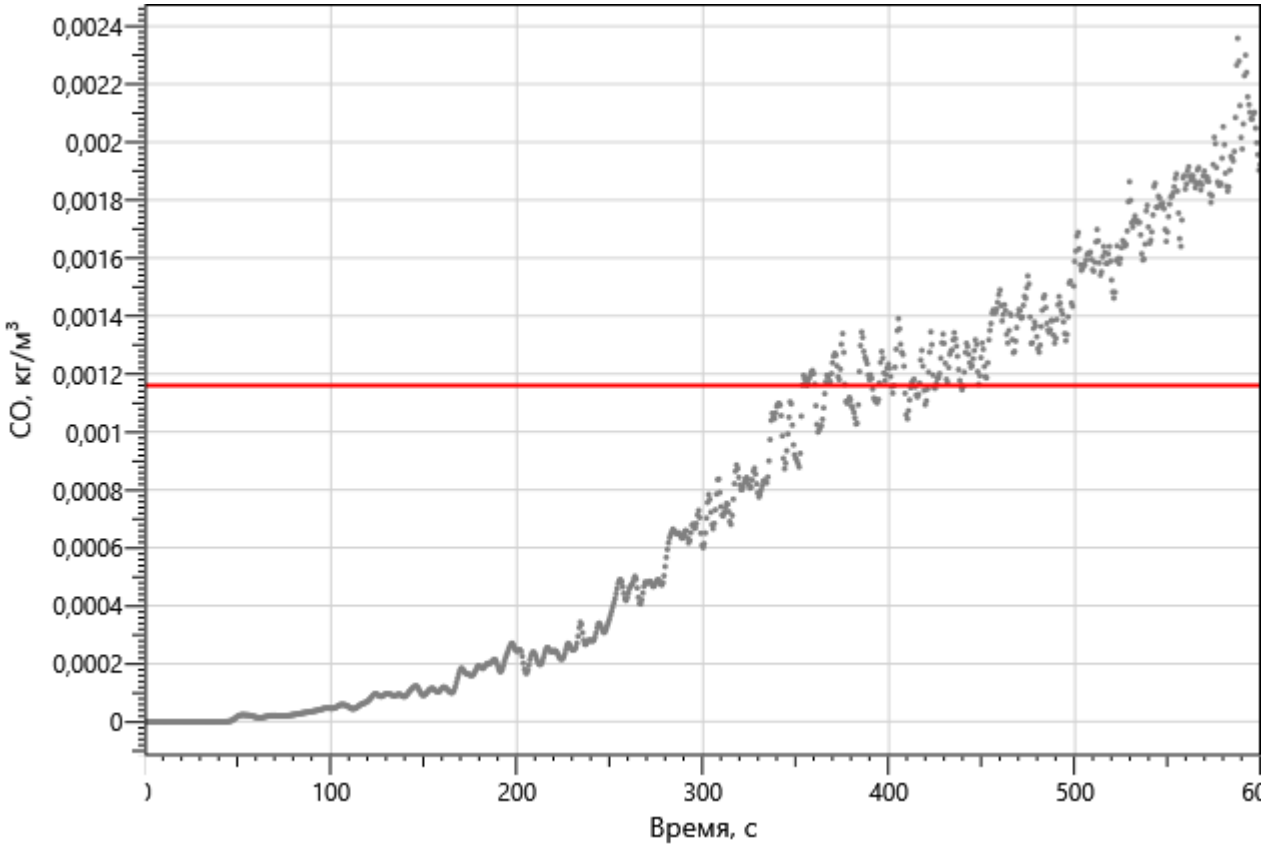


Рисунок 62 – Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

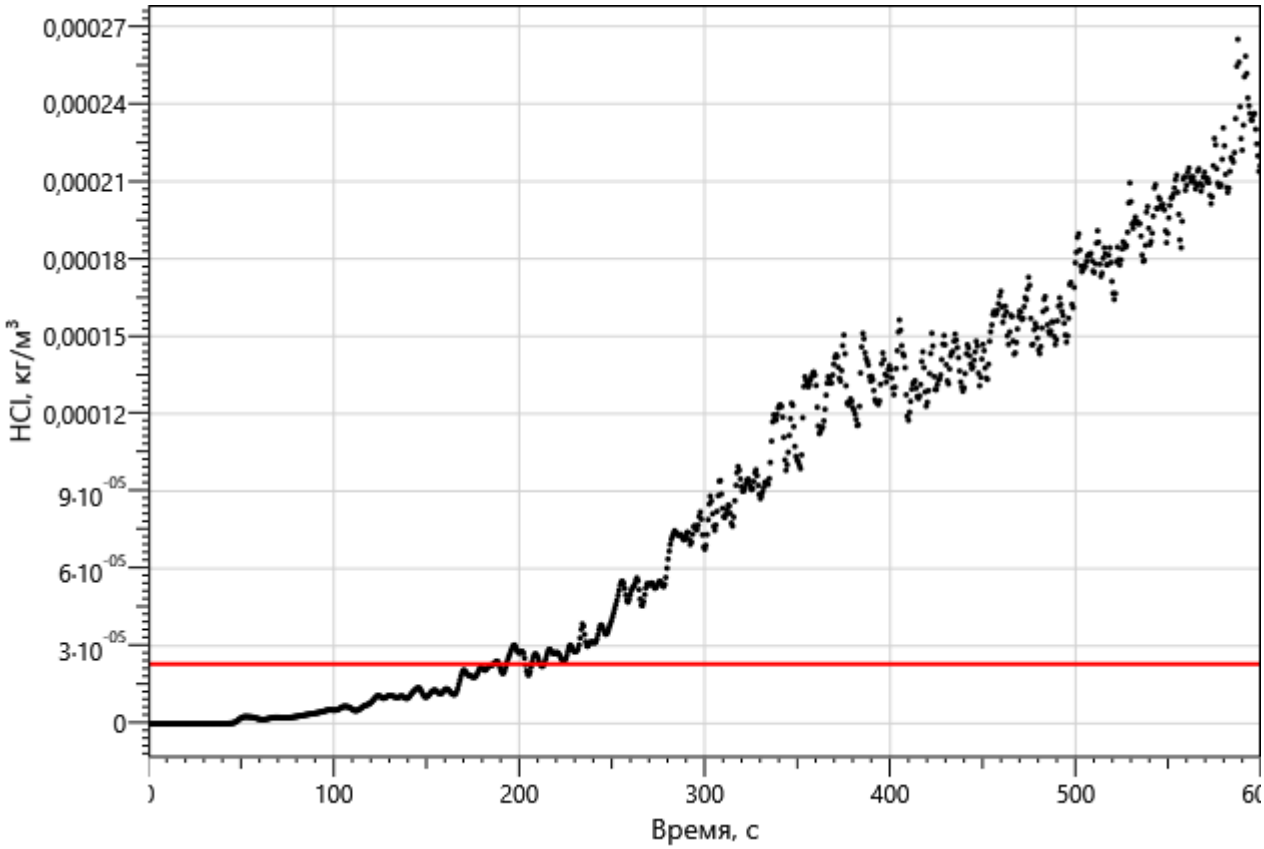


Рисунок 63 – Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

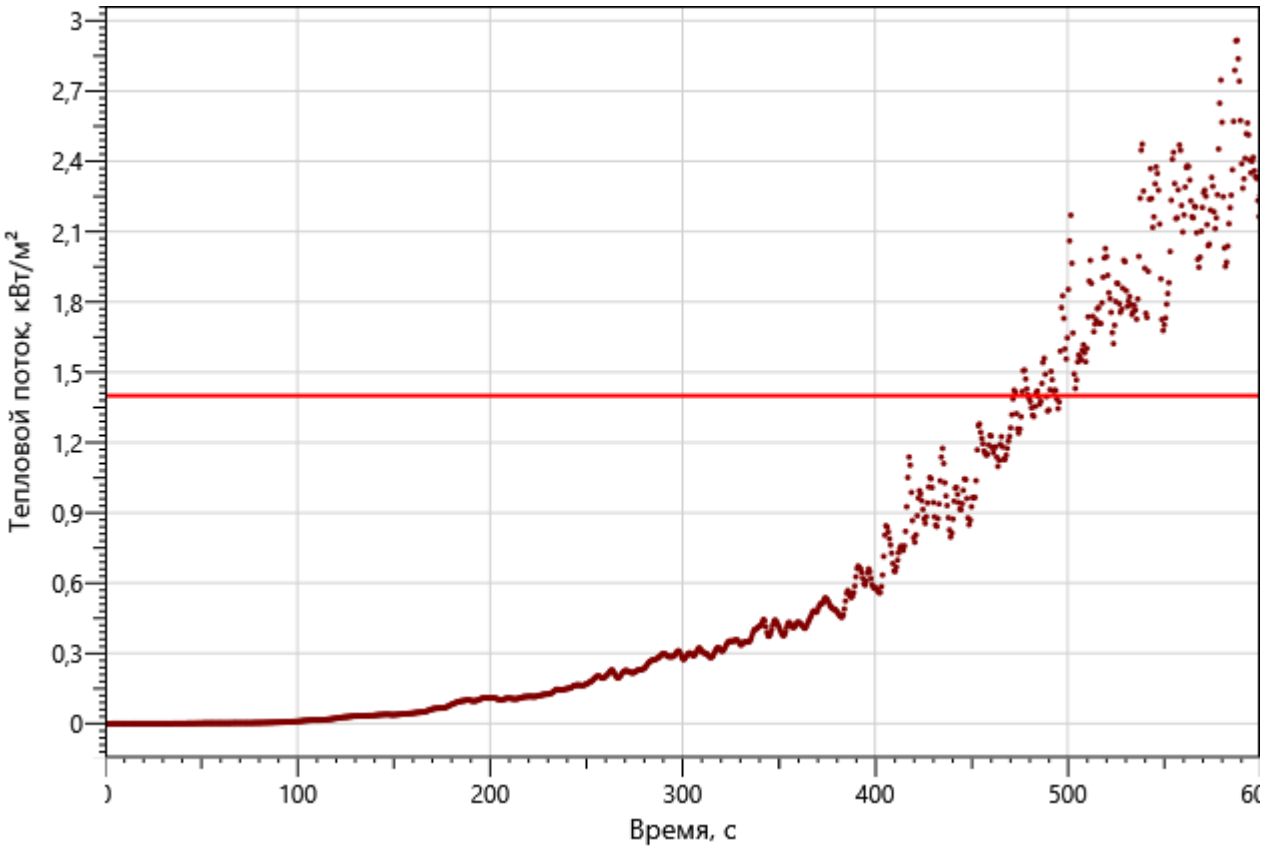


Рисунок 64 – Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

рт_02

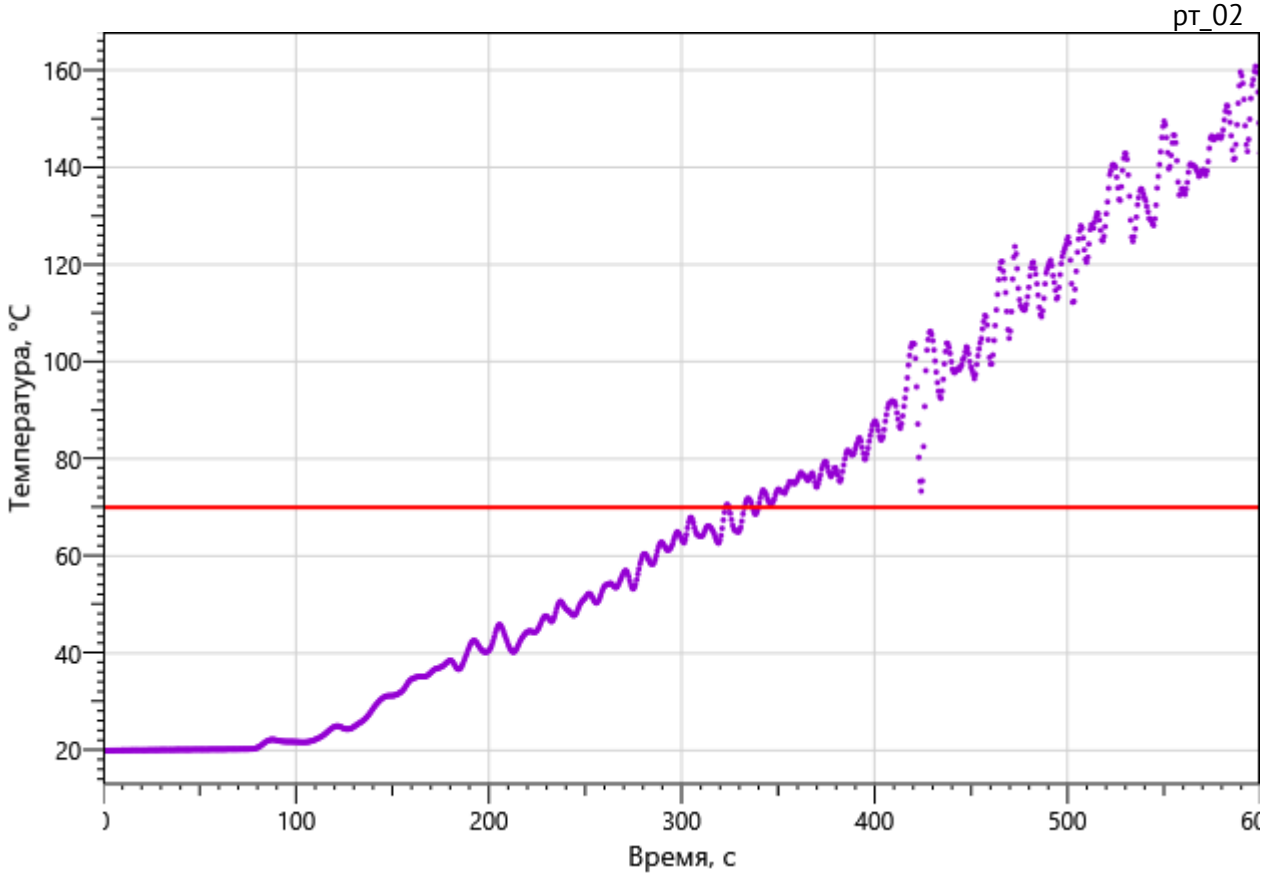


Рисунок 65 – Зависимость температуры от длительности пожара

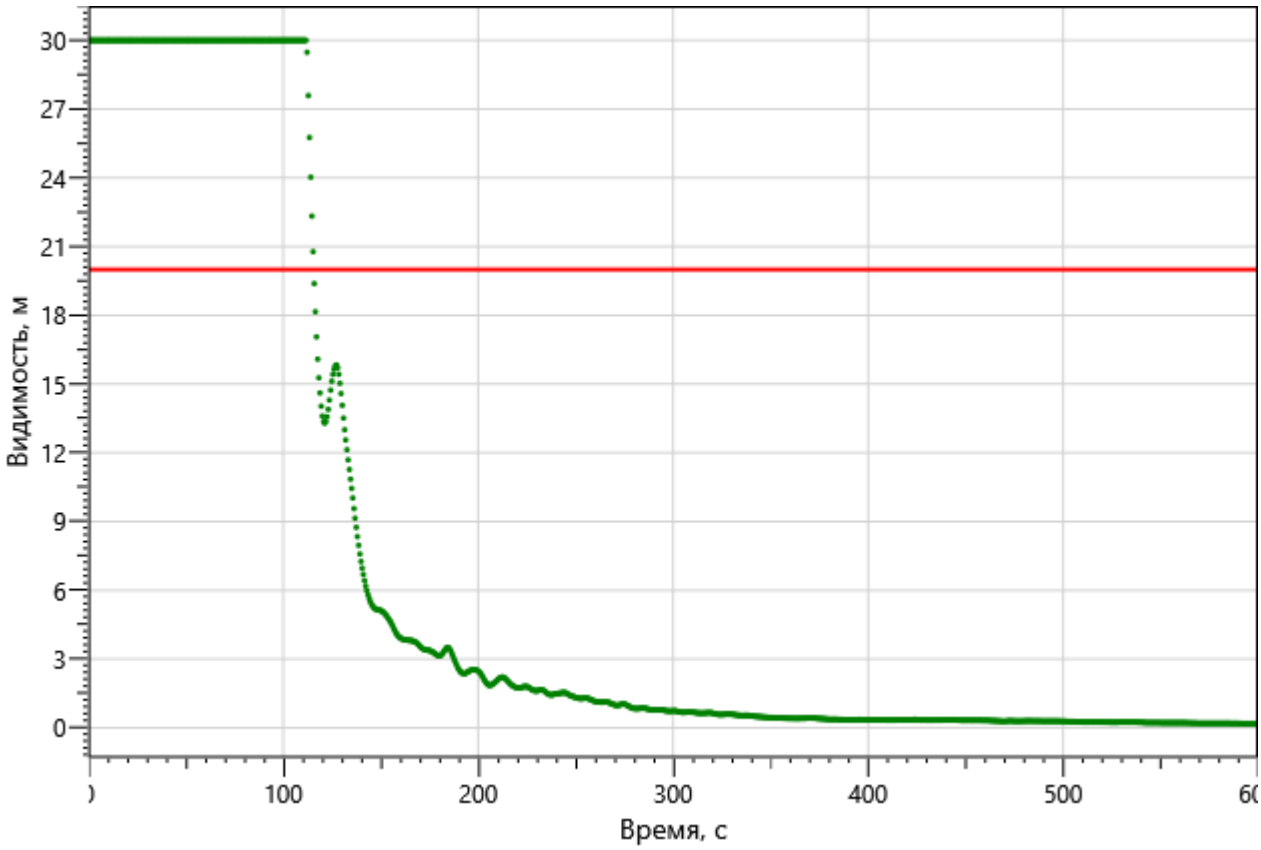


Рисунок 66 – Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

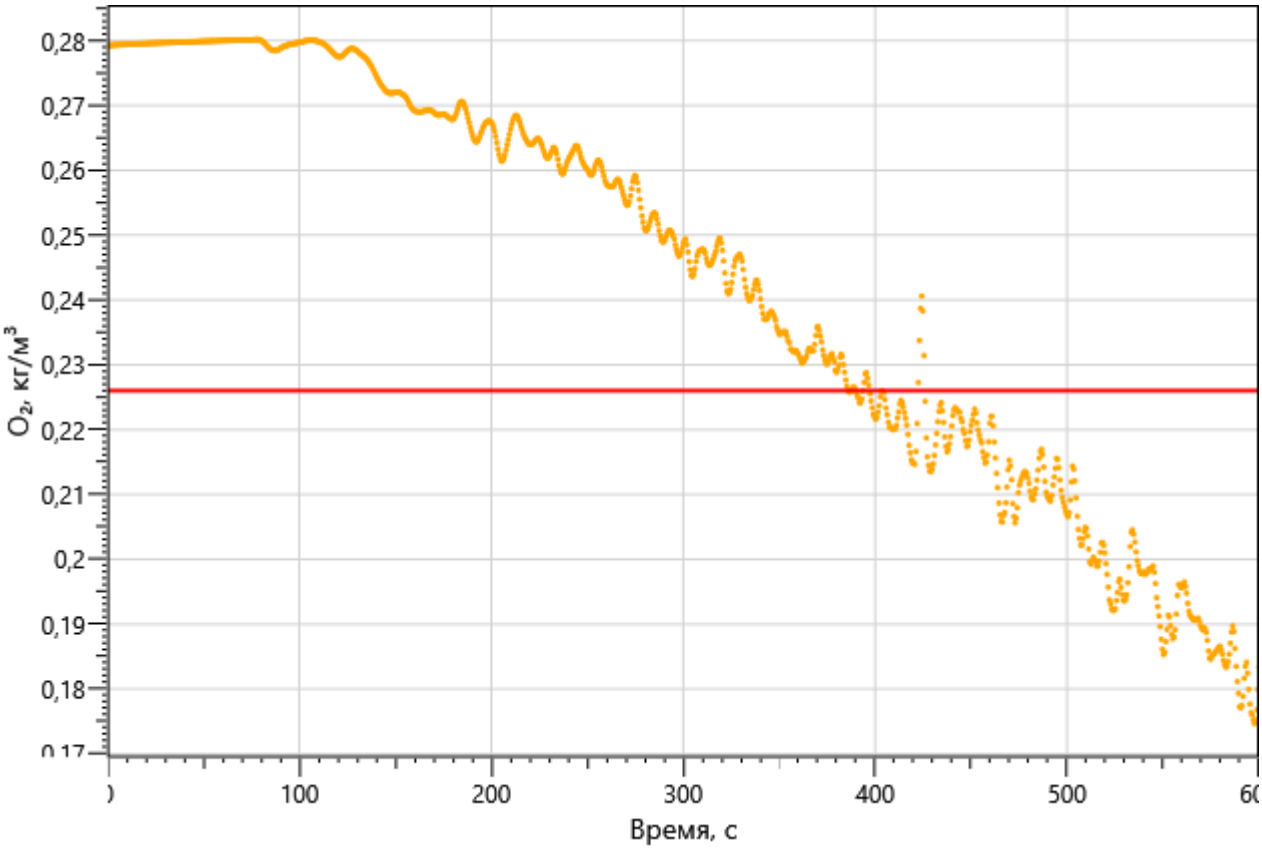


Рисунок 67 – Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

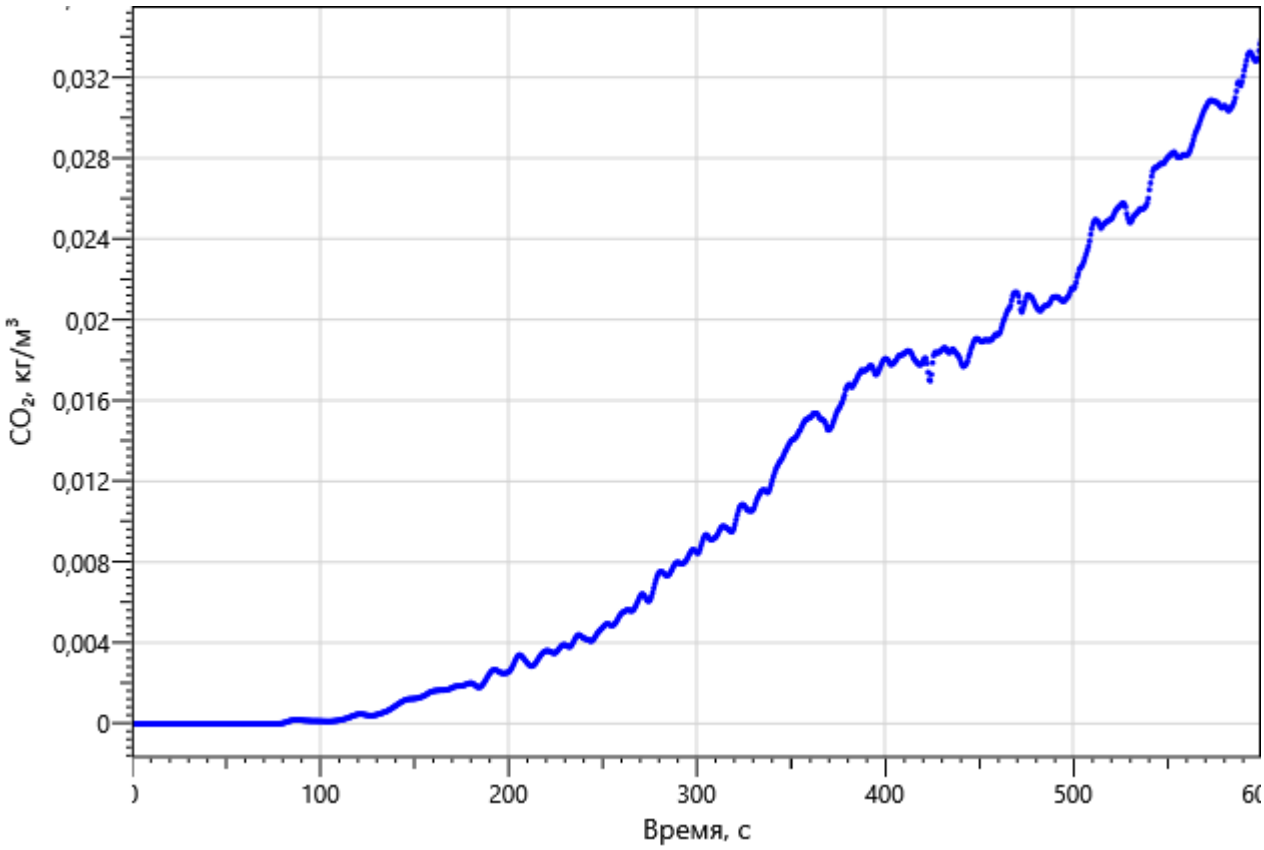


Рисунок 68 – Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

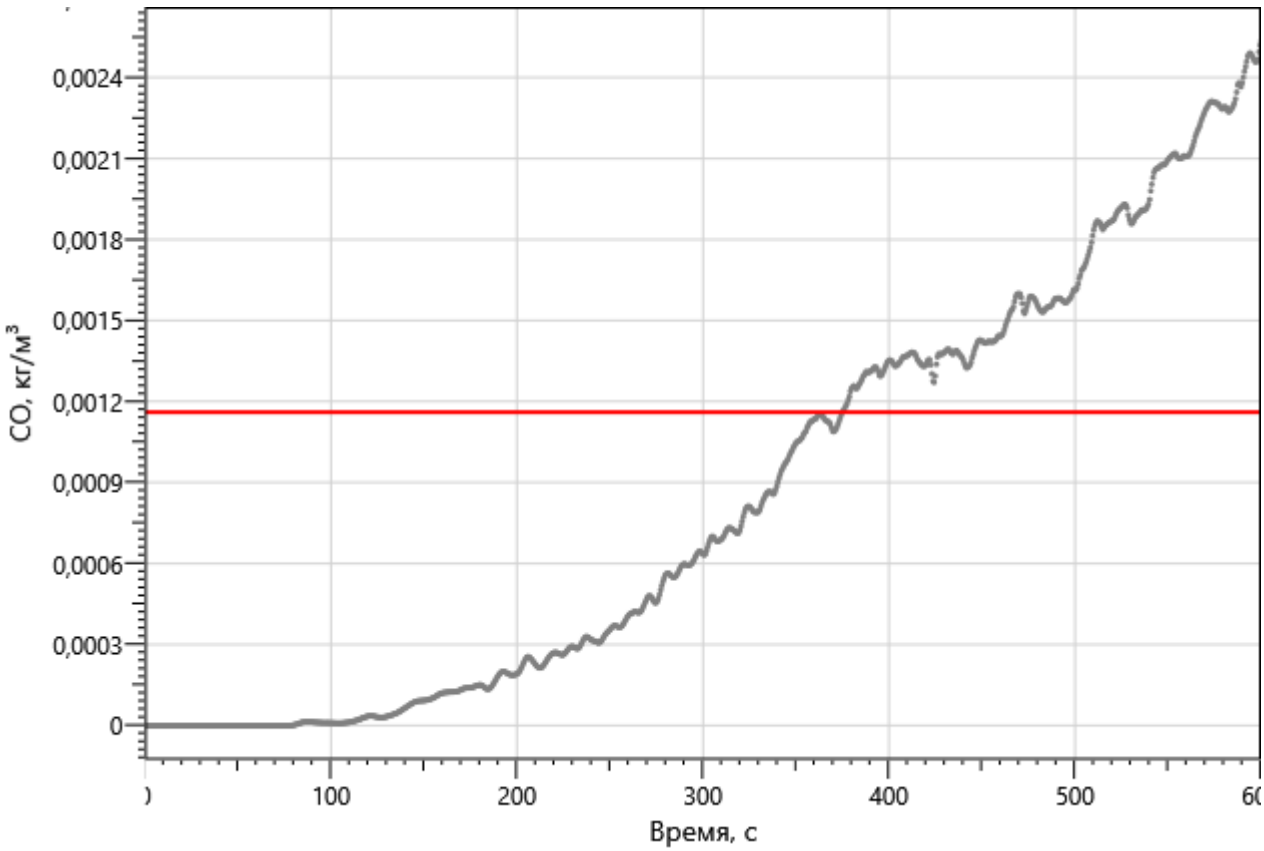


Рисунок 69 – Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

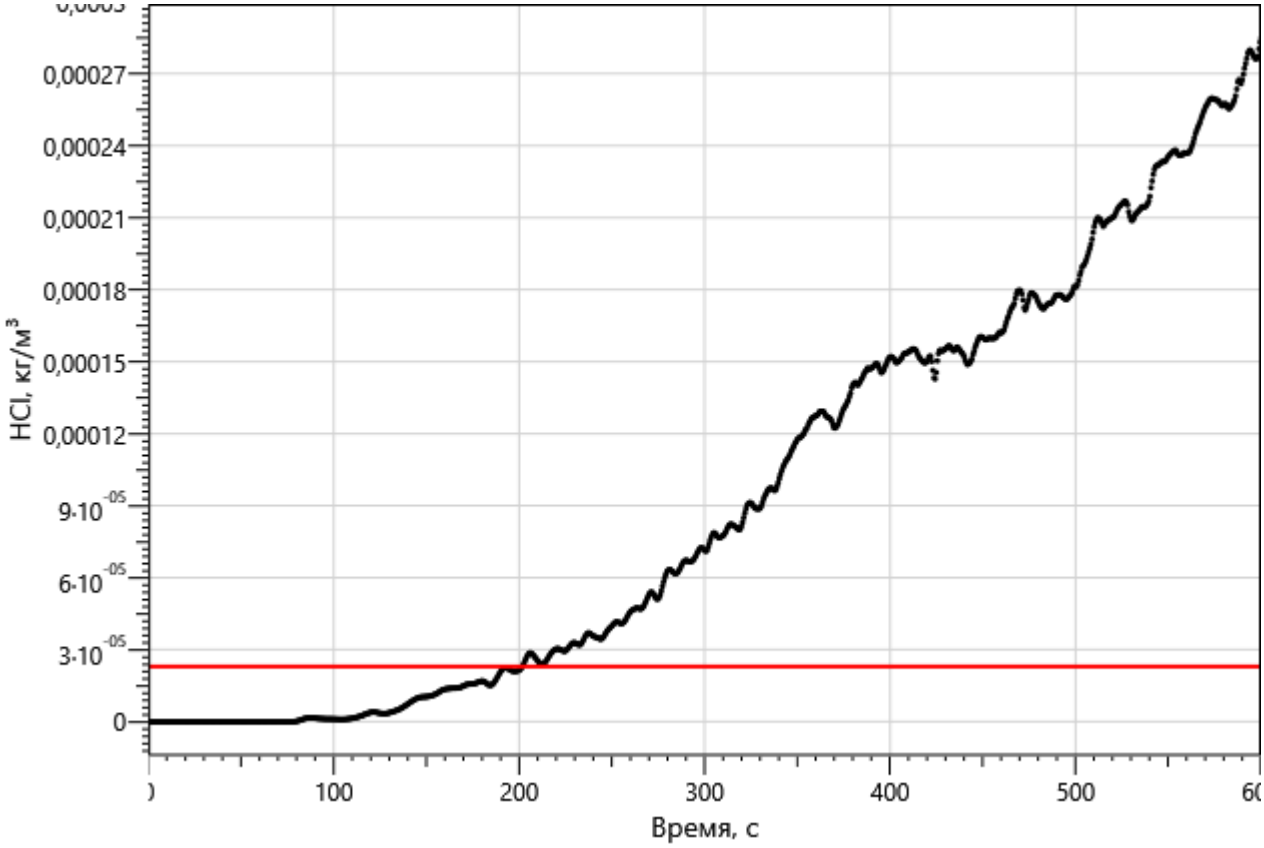


Рисунок 70 – Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

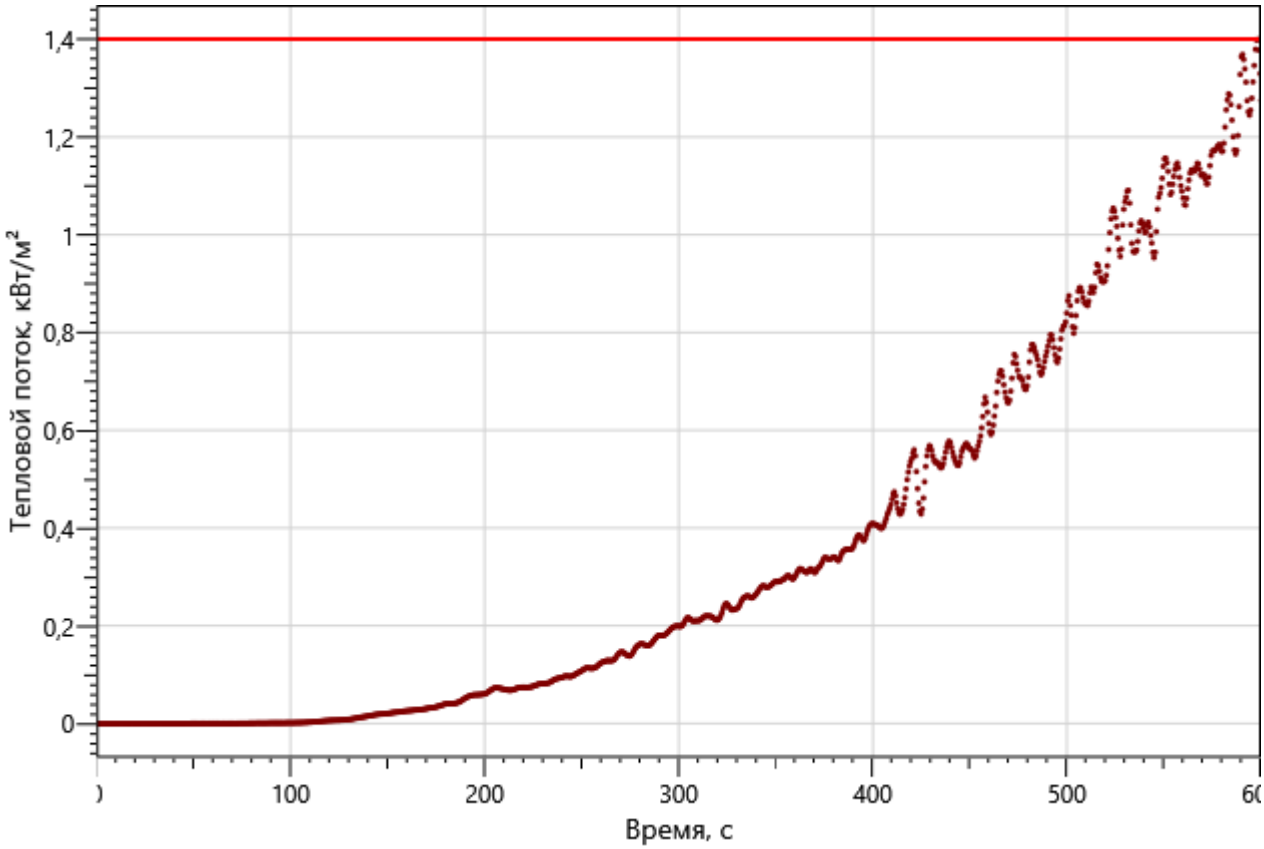


Рисунок 71 – Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

рт_03

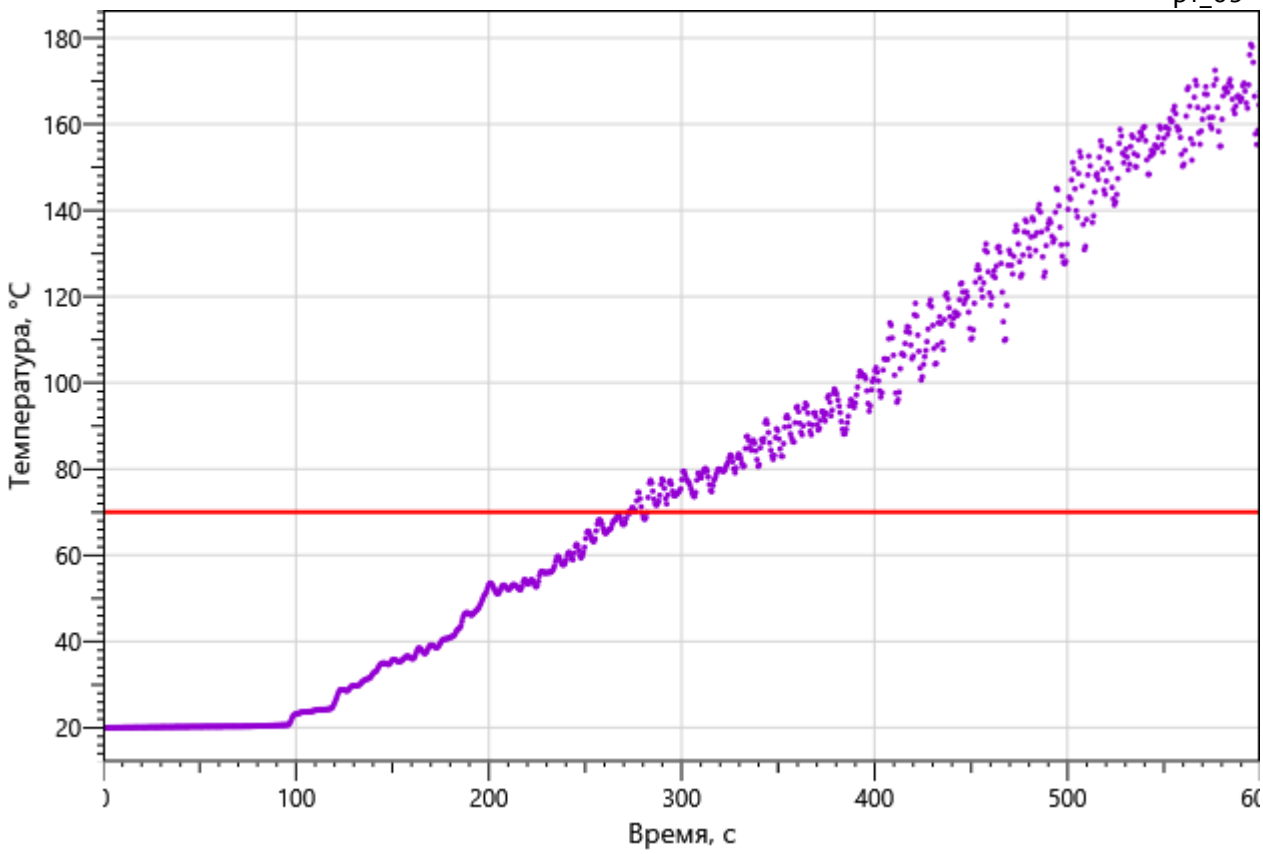


Рисунок 72 – Зависимость температуры от длительности пожара

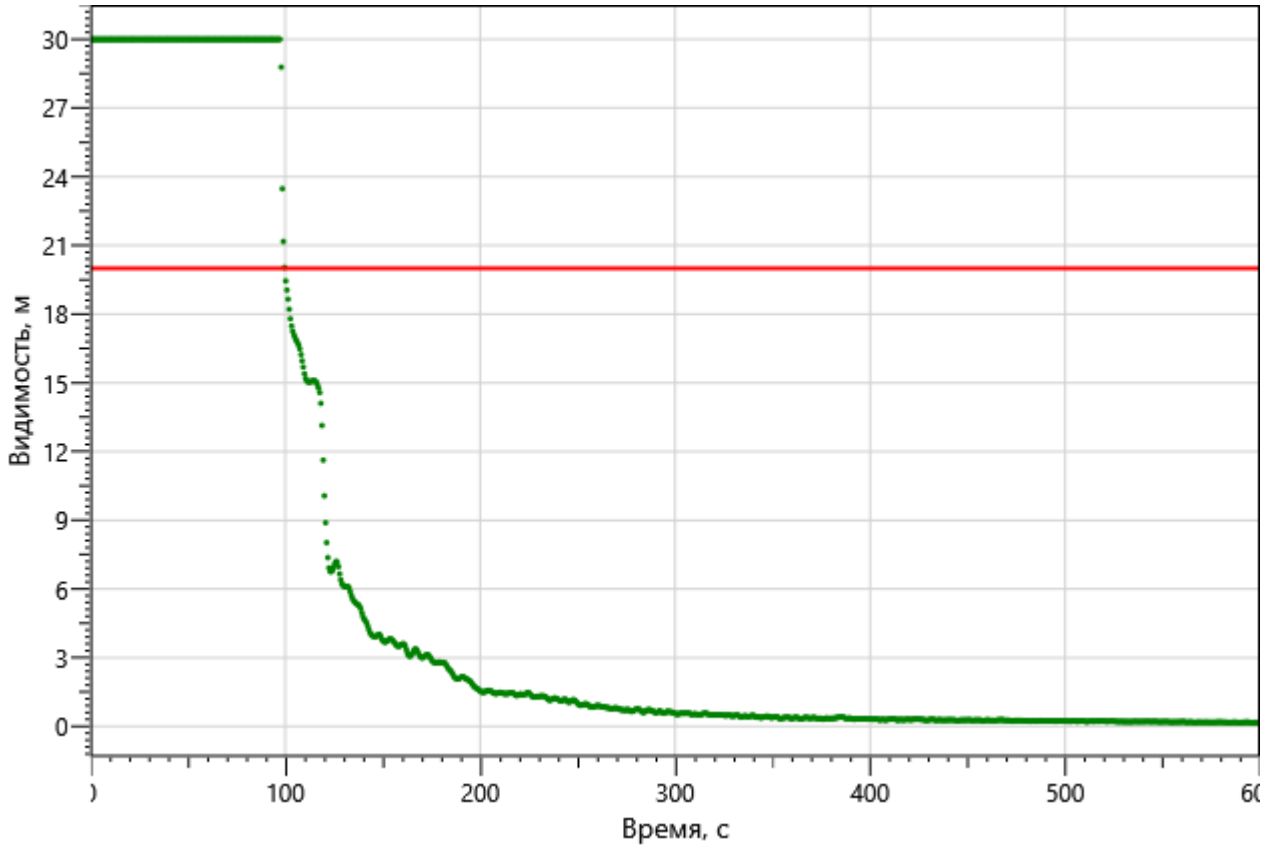


Рисунок 73 – Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

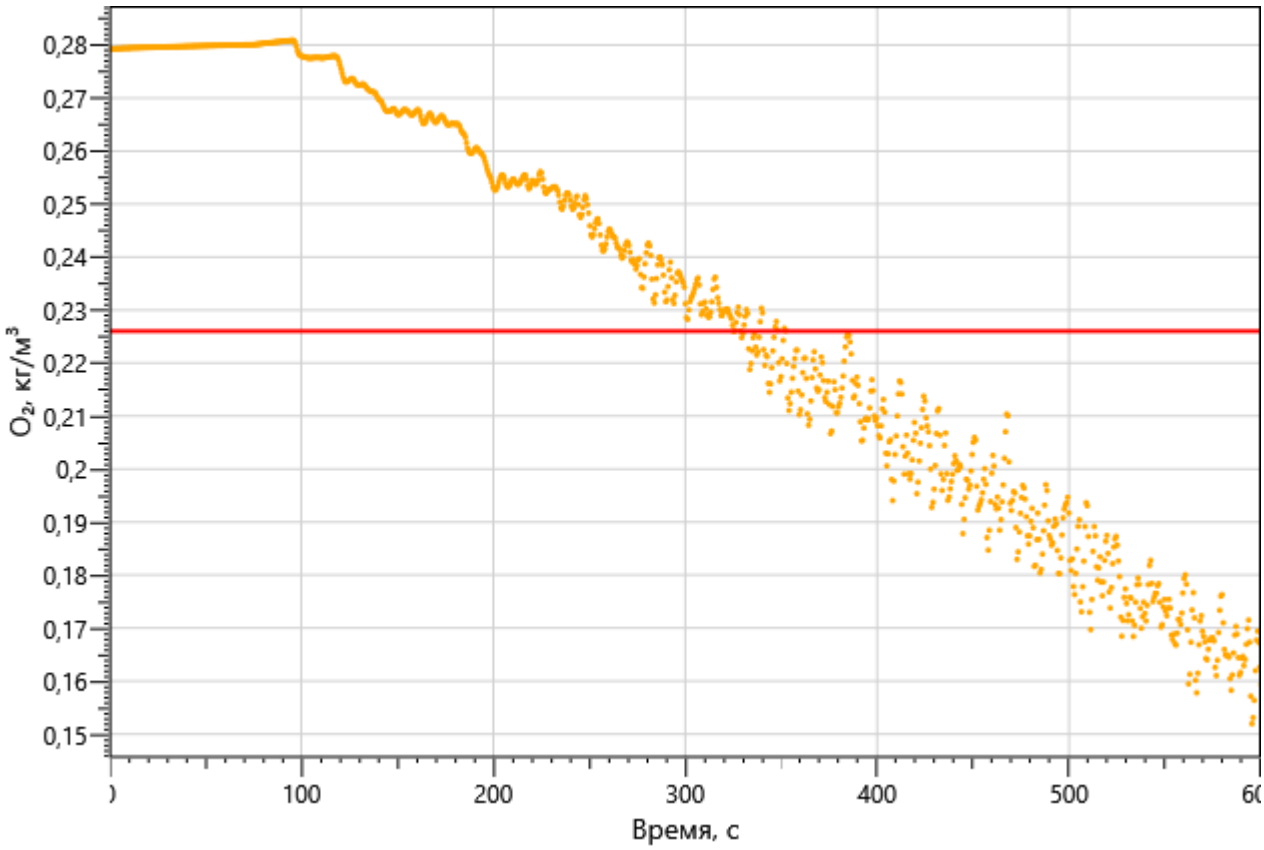


Рисунок 74 – Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

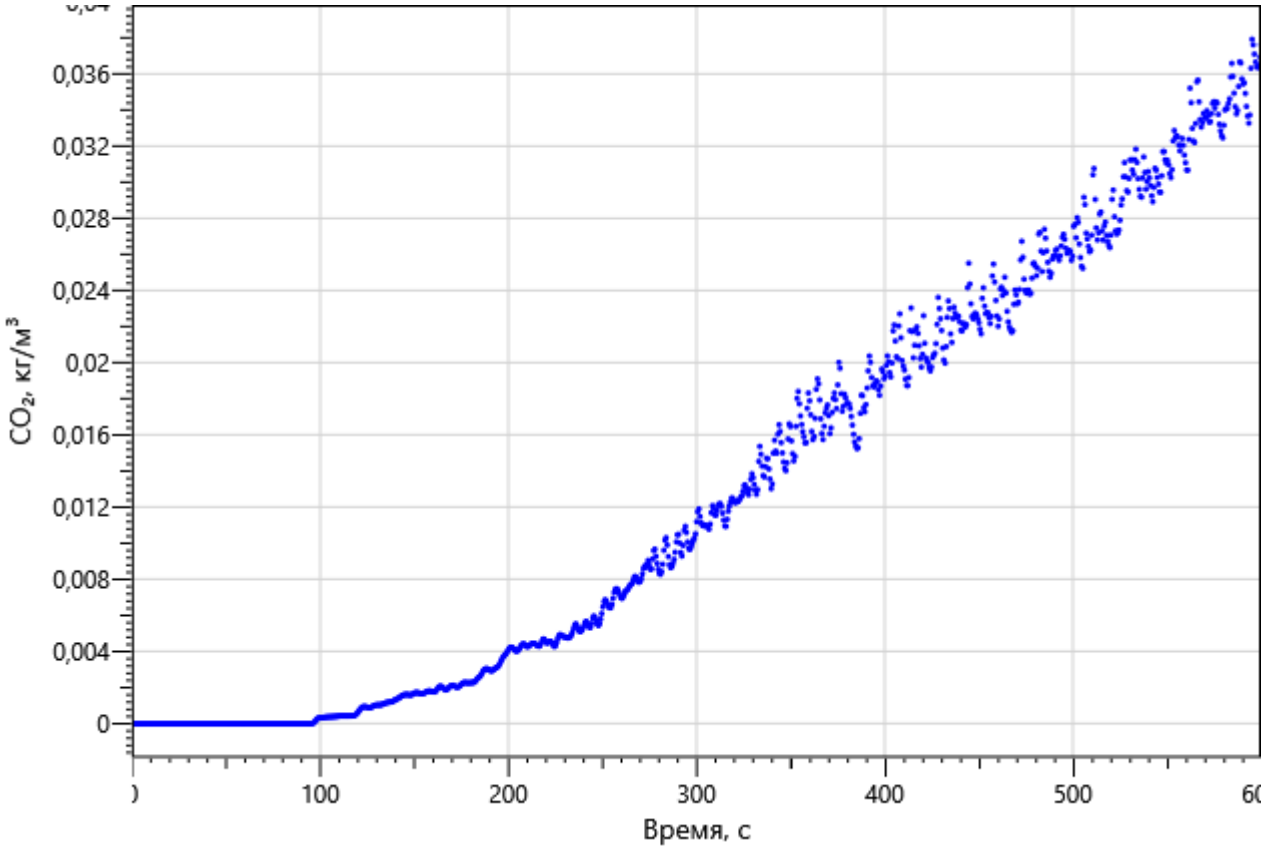


Рисунок 75 – Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

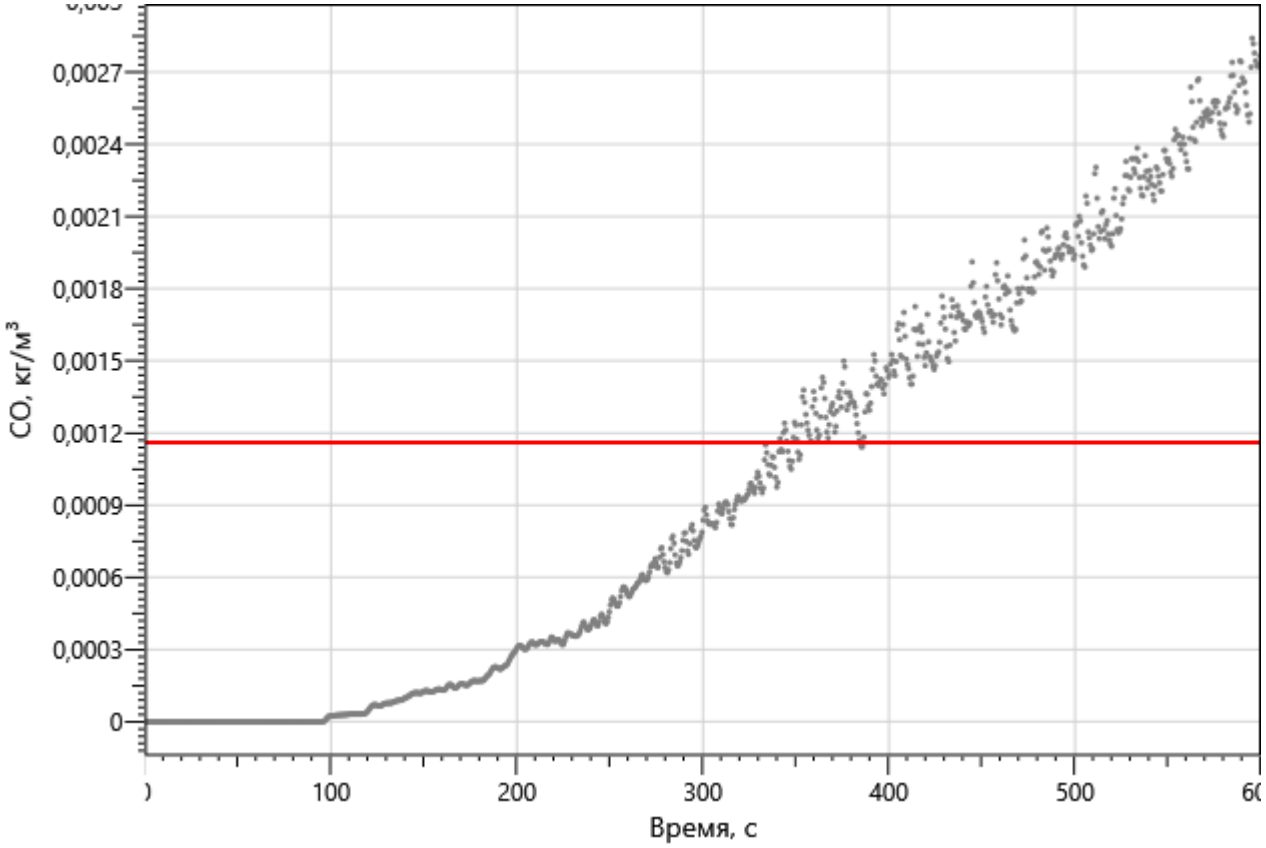


Рисунок 76 – Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

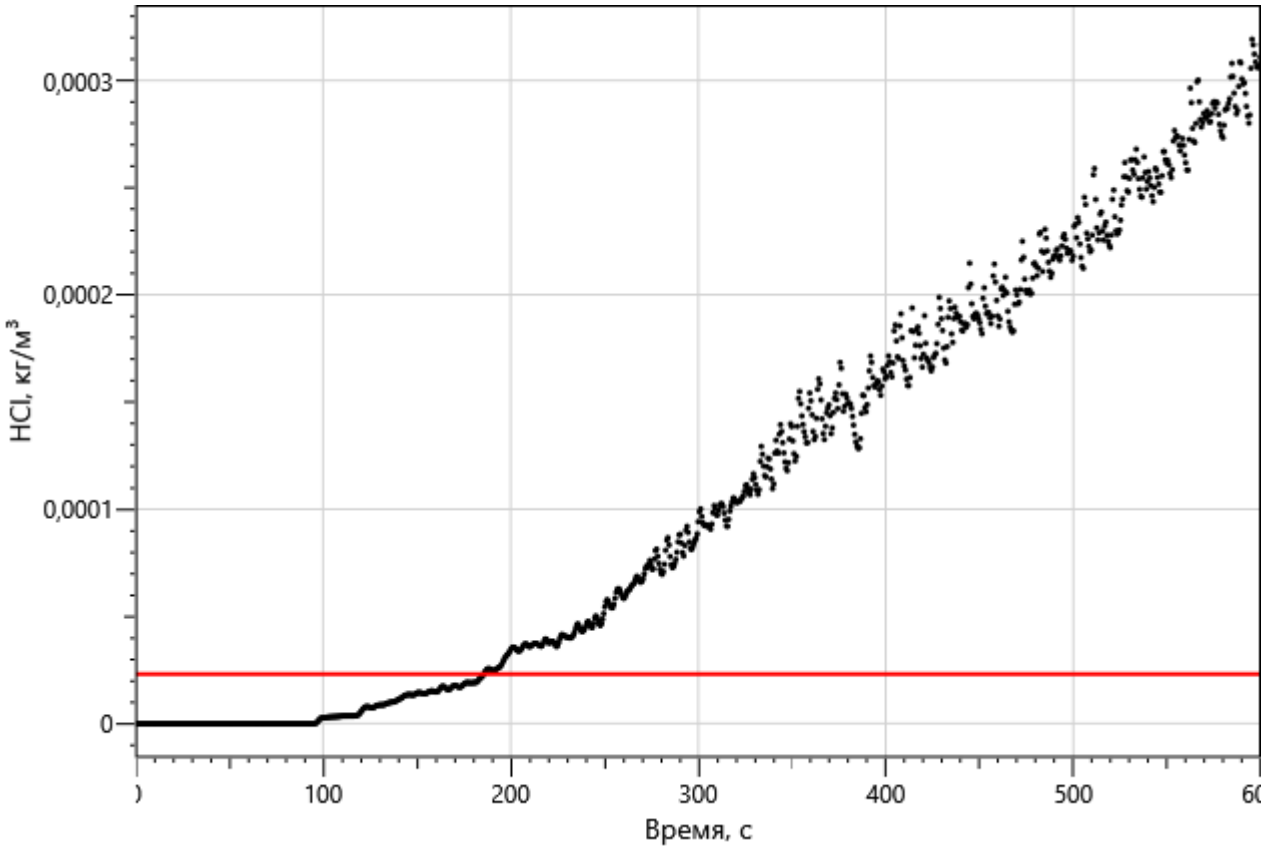


Рисунок 77 – Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

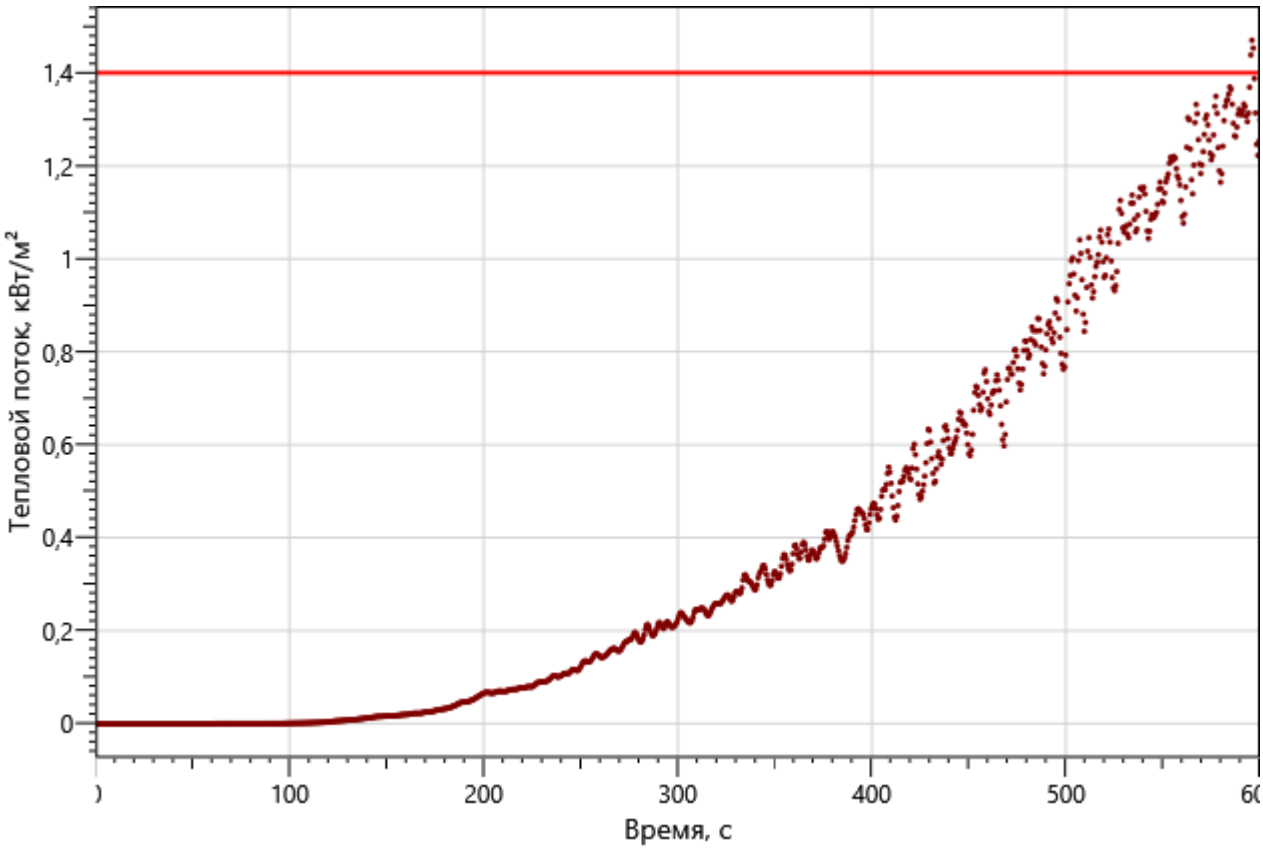


Рисунок 78 – Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

рт_04

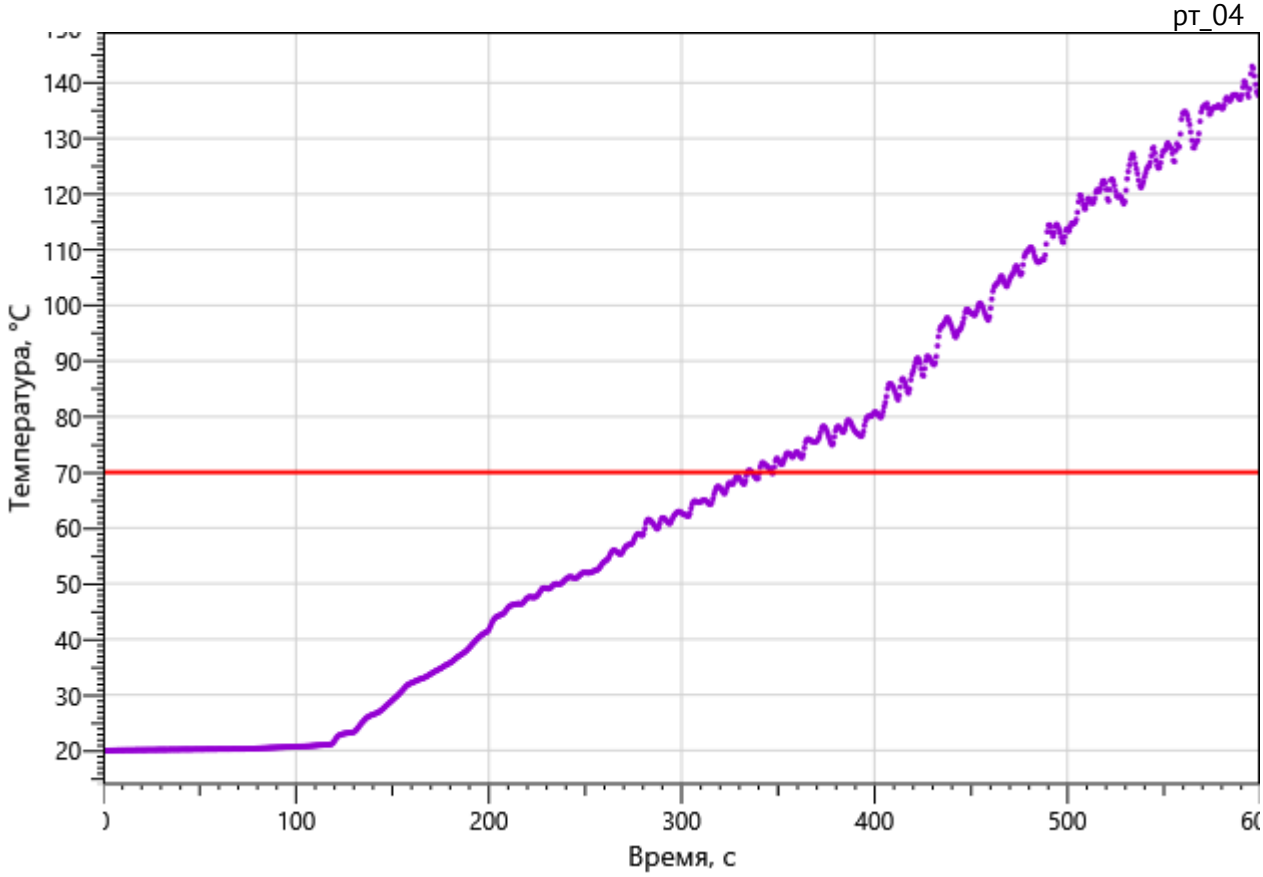


Рисунок 79 – Зависимость температуры от длительности пожара

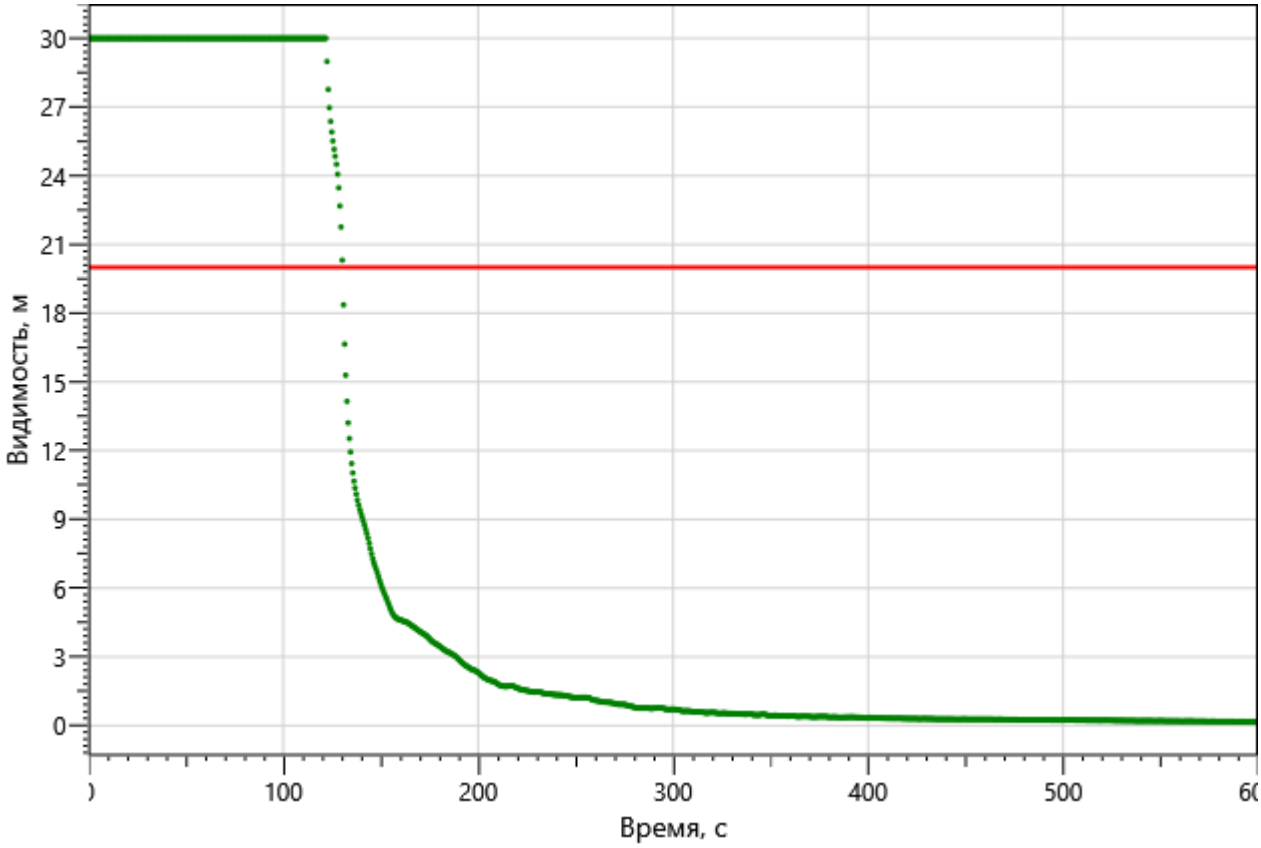


Рисунок 80 – Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

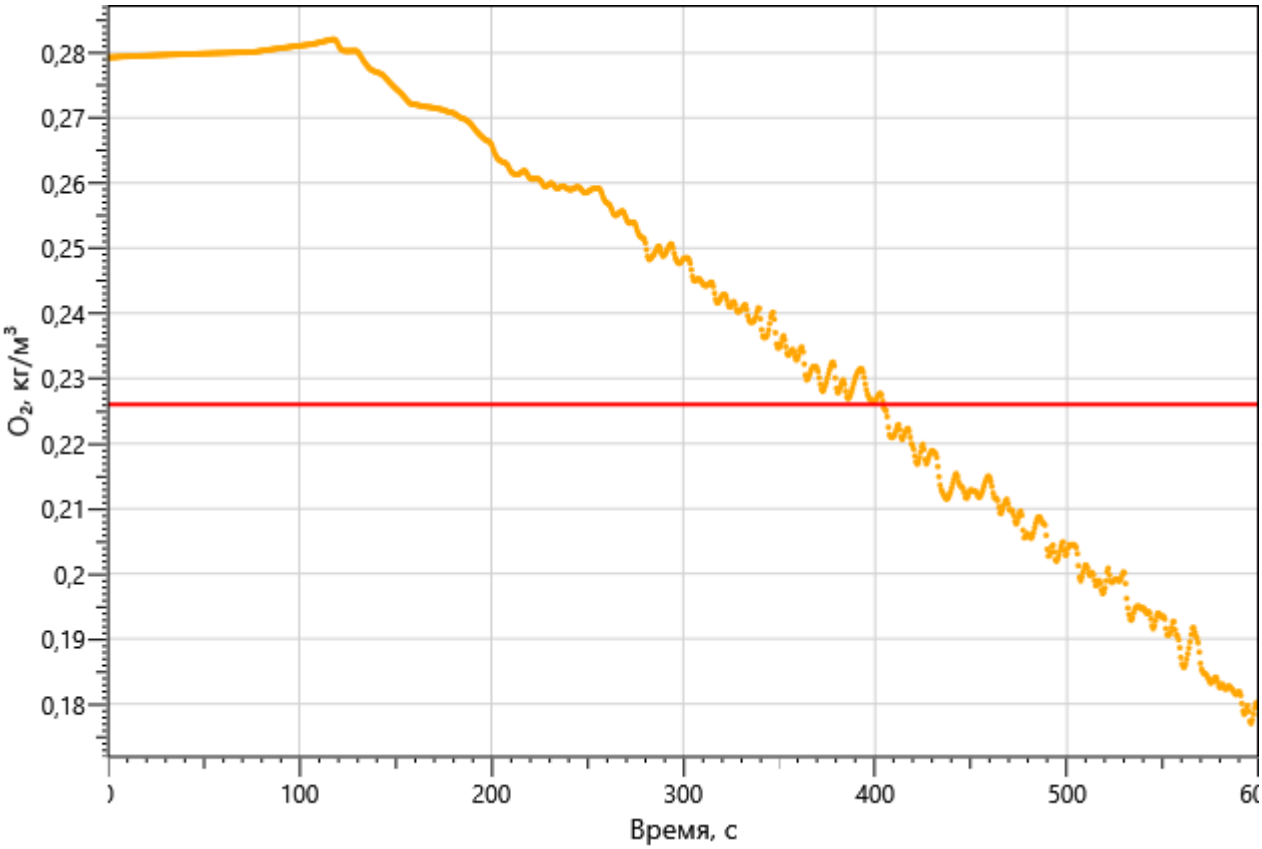


Рисунок 81 – Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

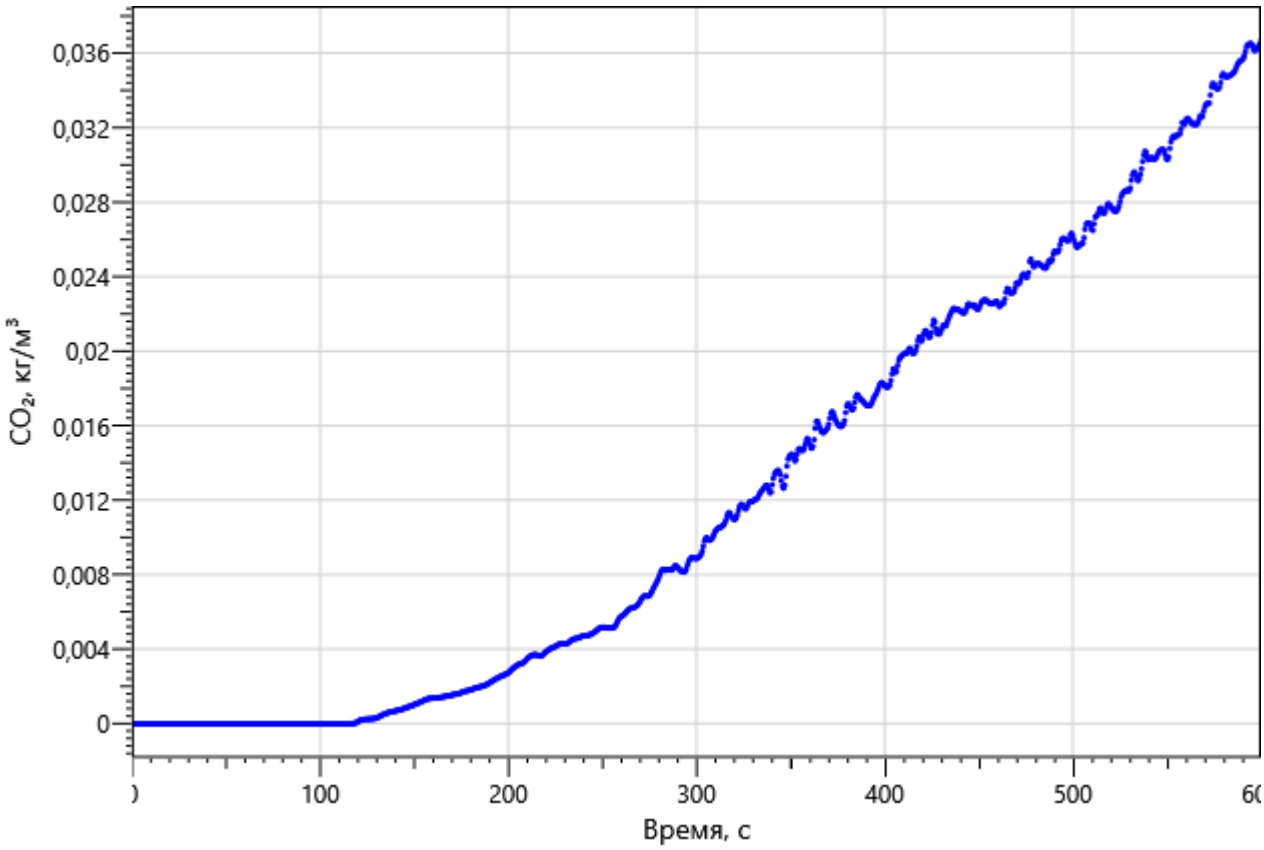


Рисунок 82 – Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

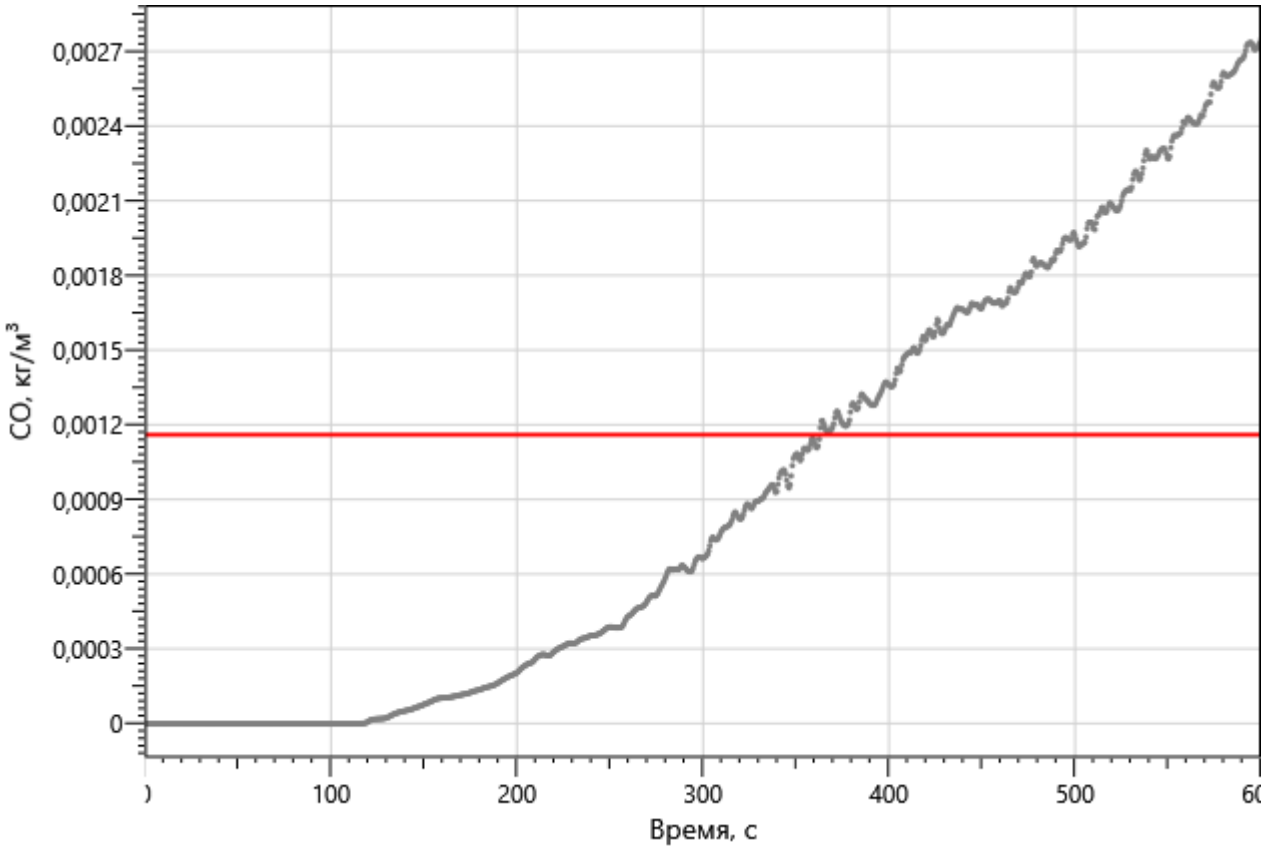


Рисунок 83 – Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

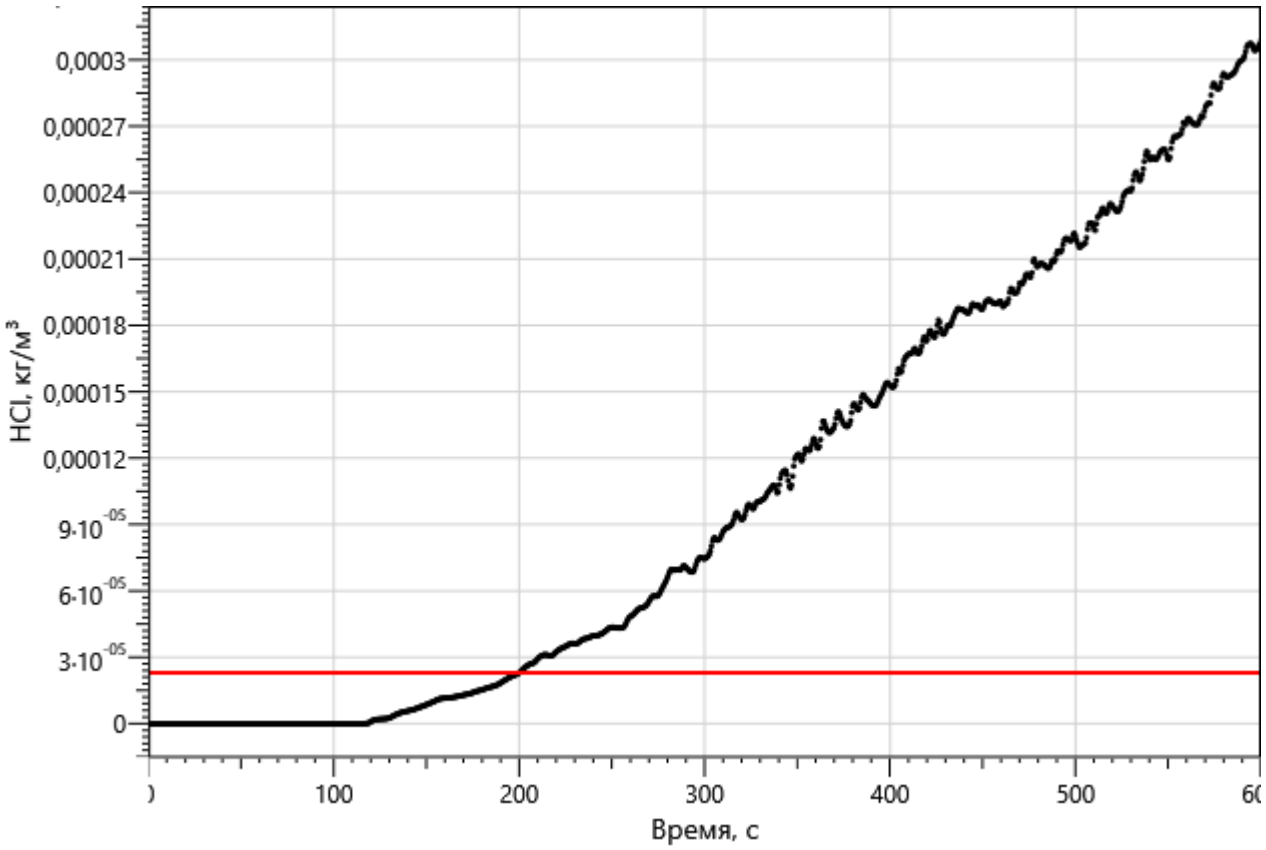


Рисунок 84 – Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

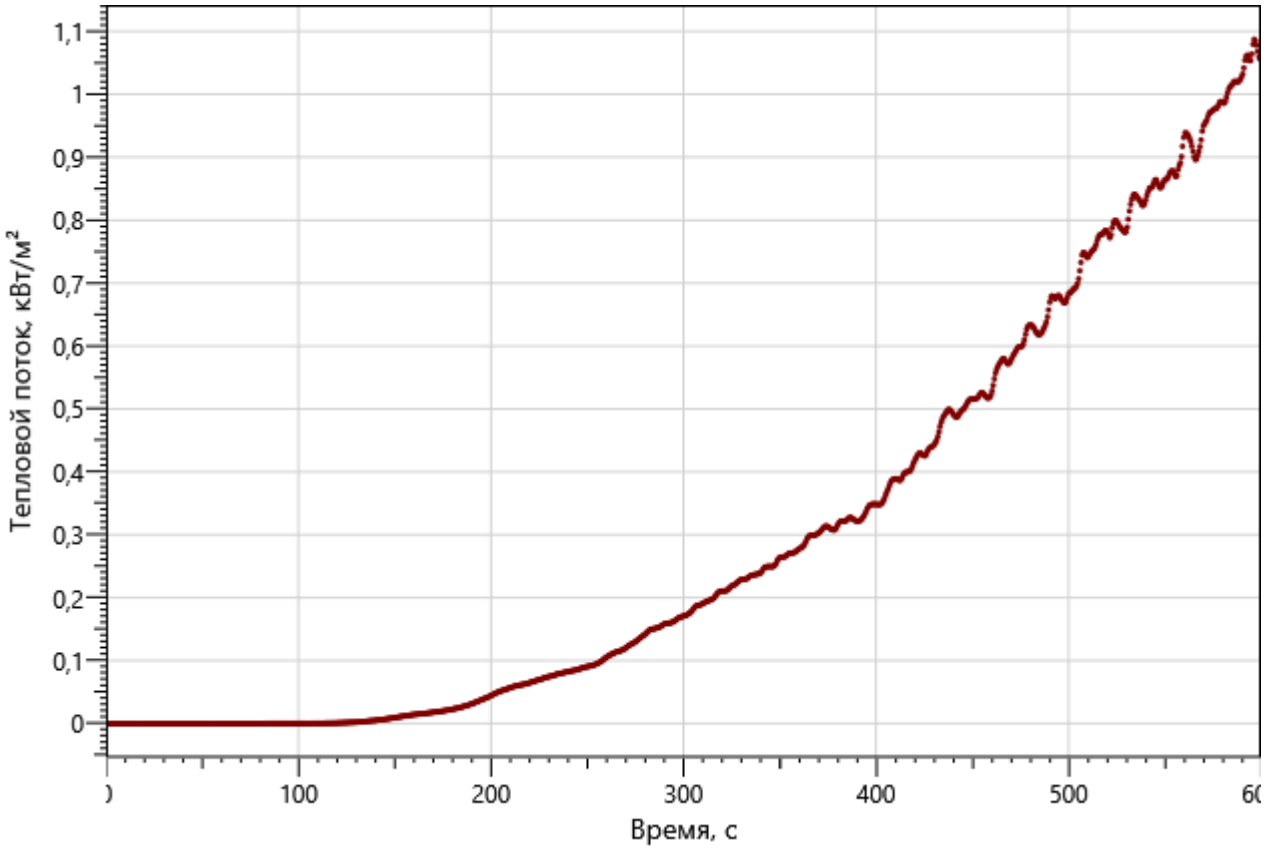


Рисунок 85 – Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

рт_05

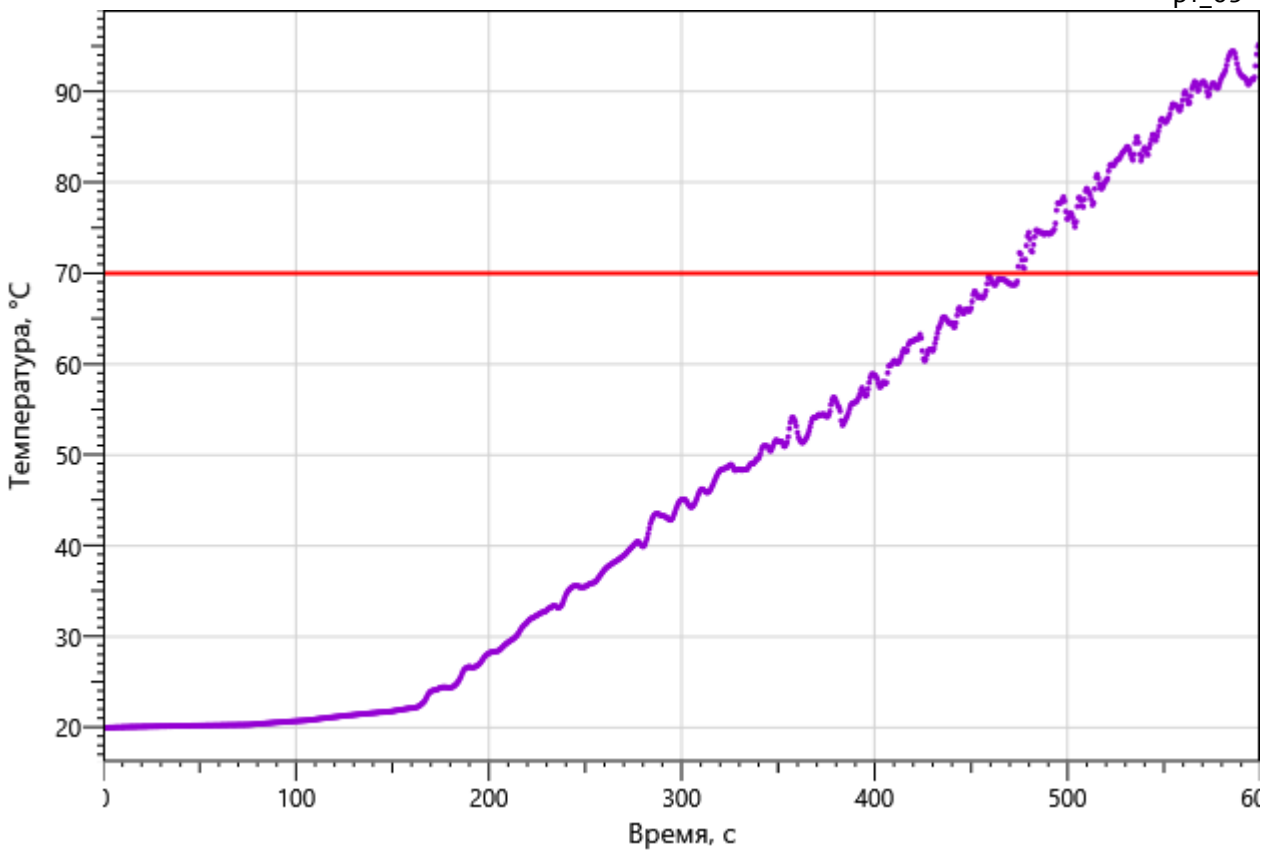


Рисунок 86 – Зависимость температуры от длительности пожара

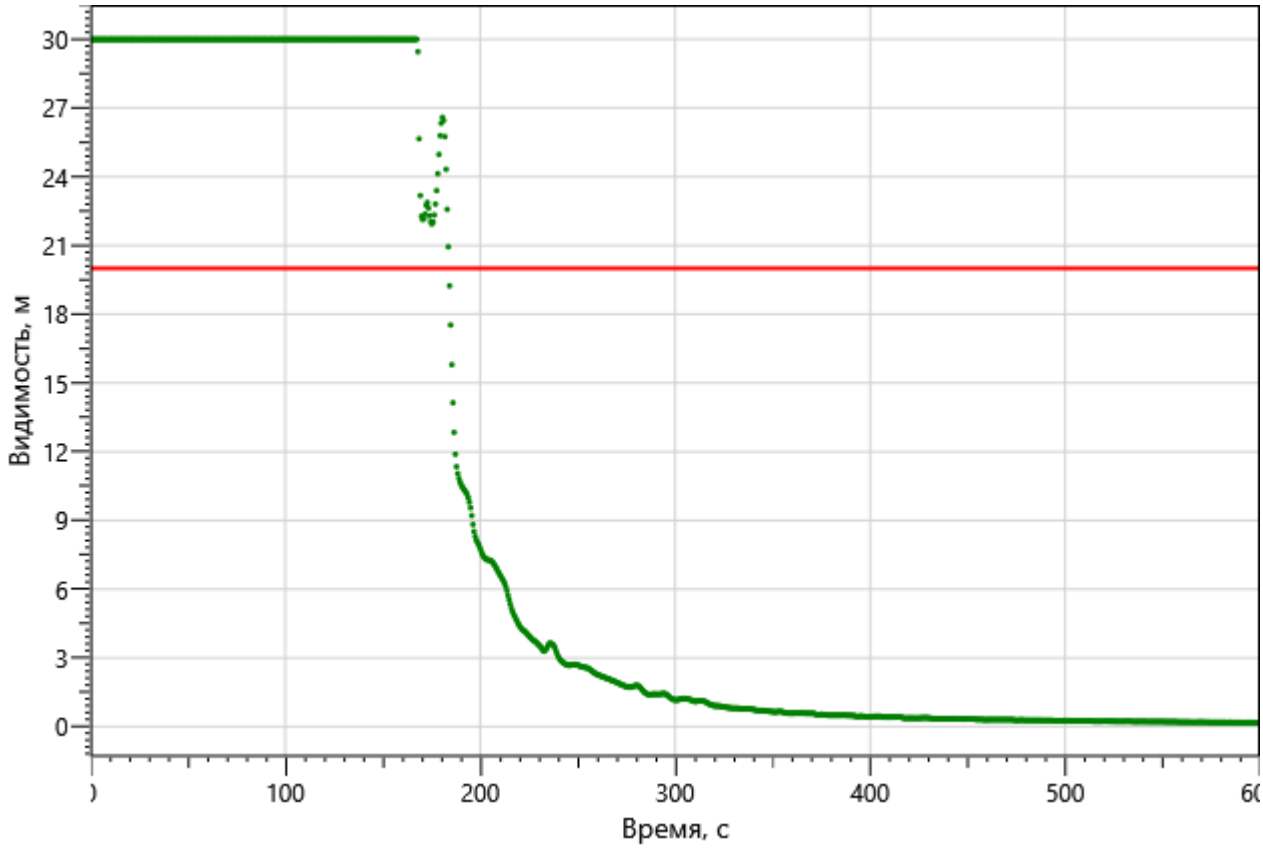


Рисунок 87 – Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

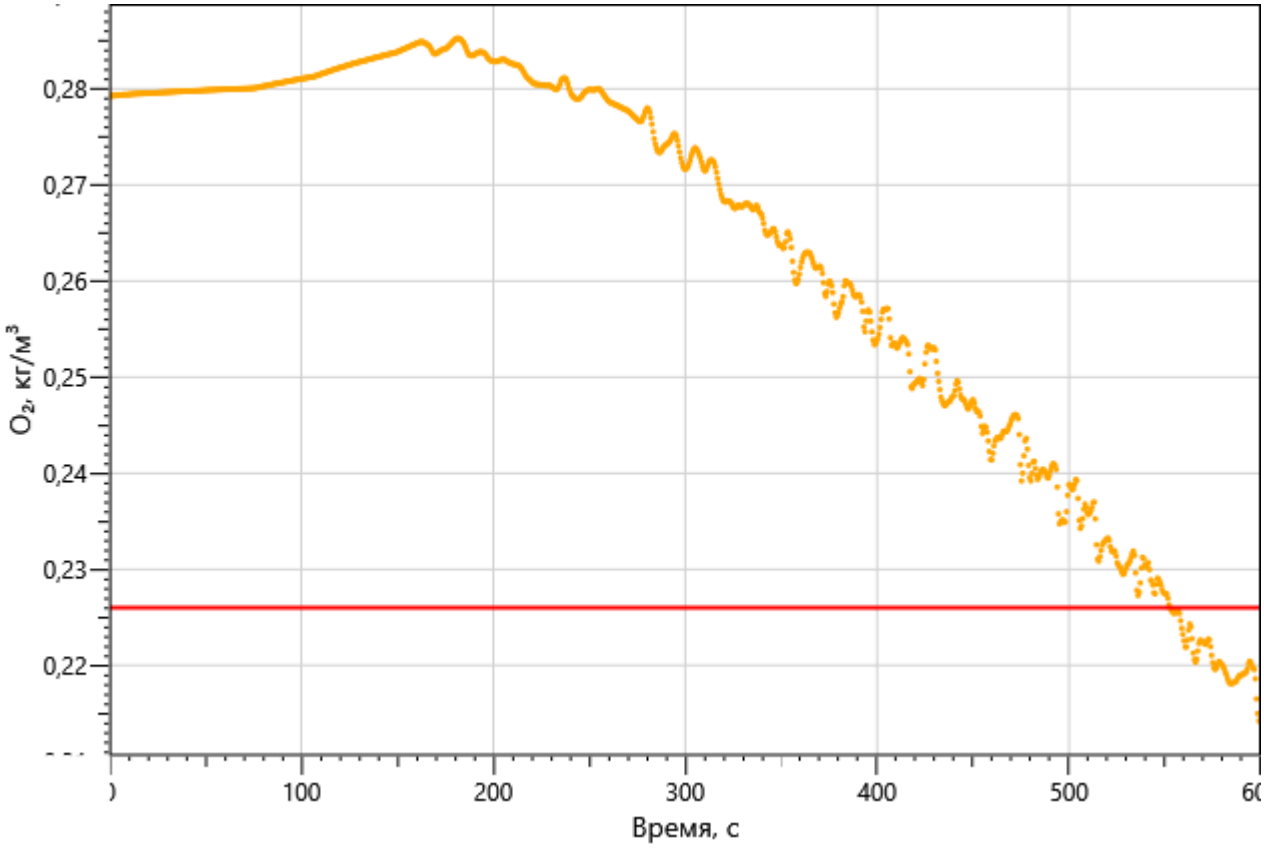


Рисунок 88 – Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

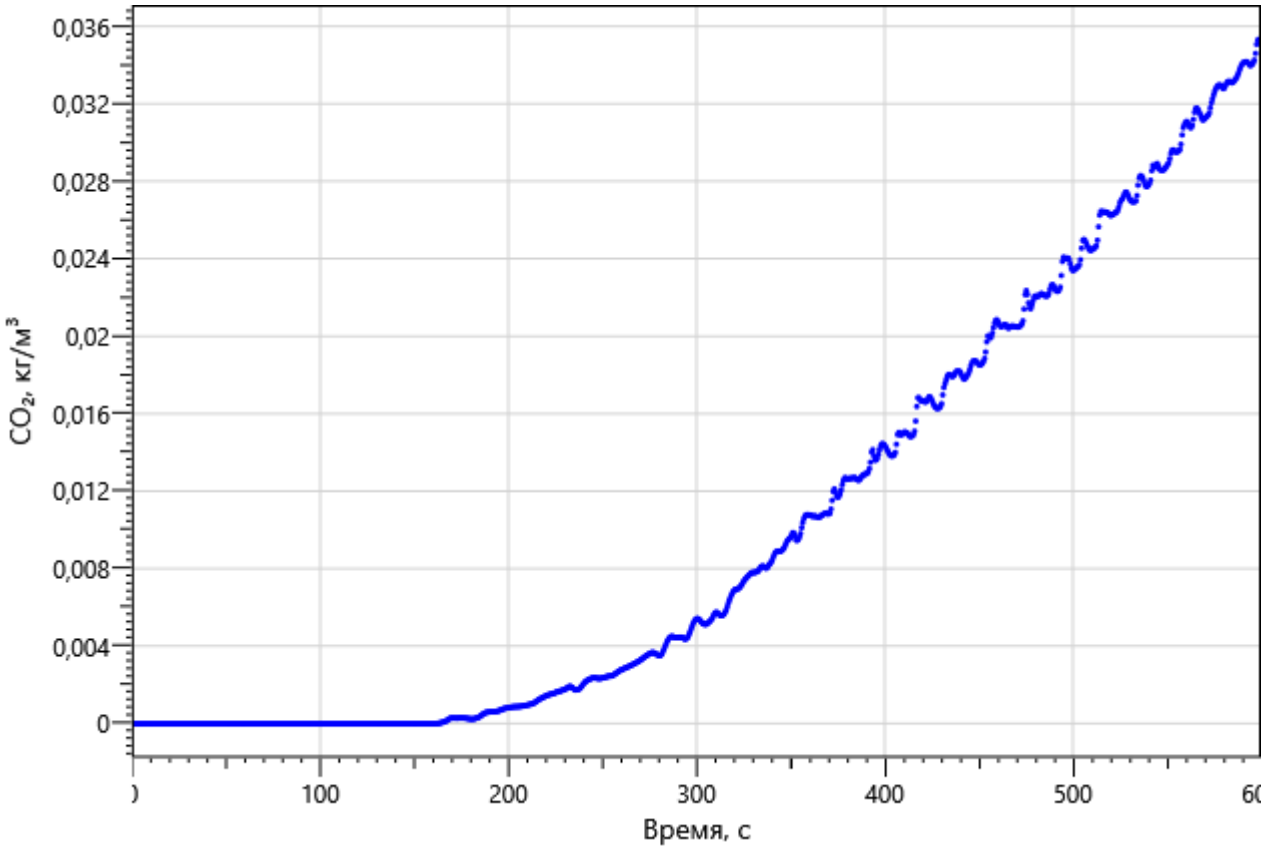


Рисунок 89 – Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

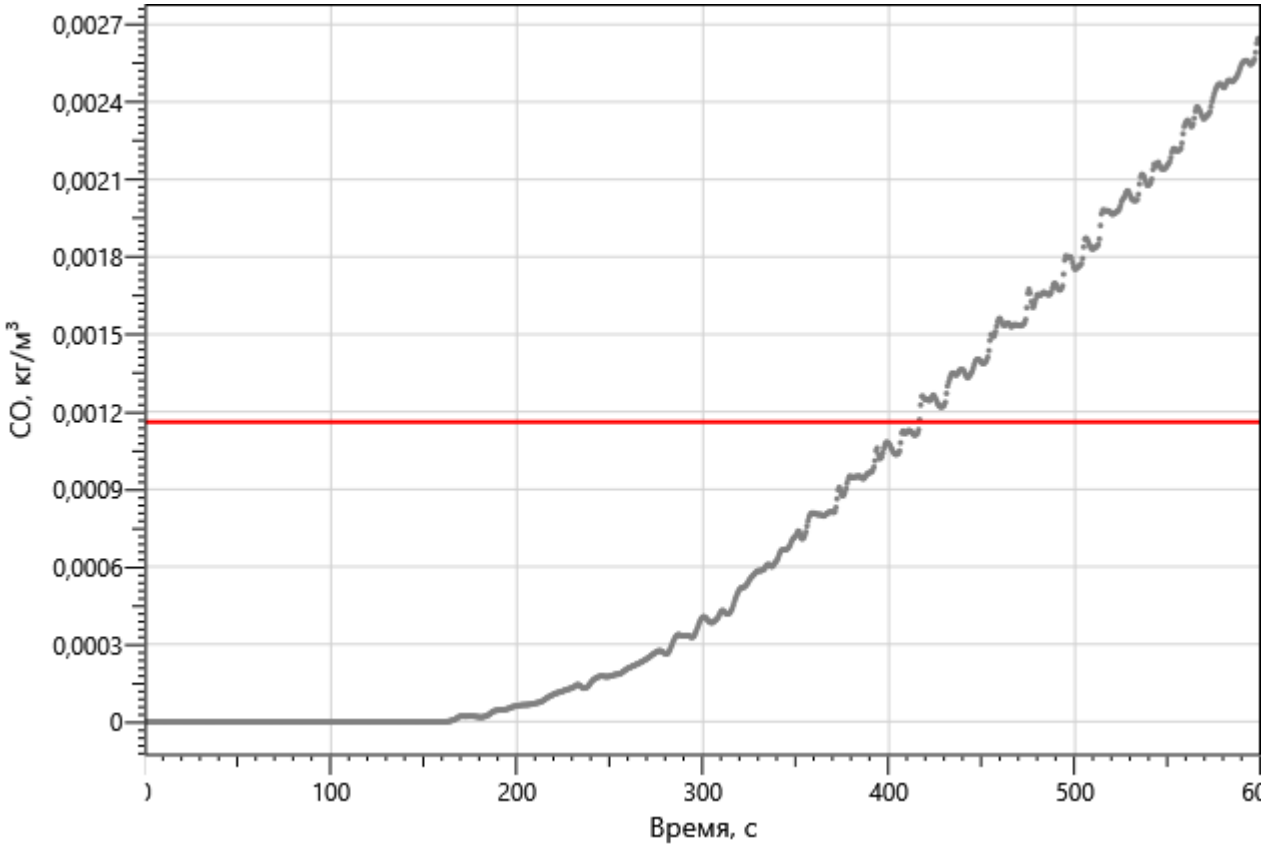


Рисунок 90 – Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

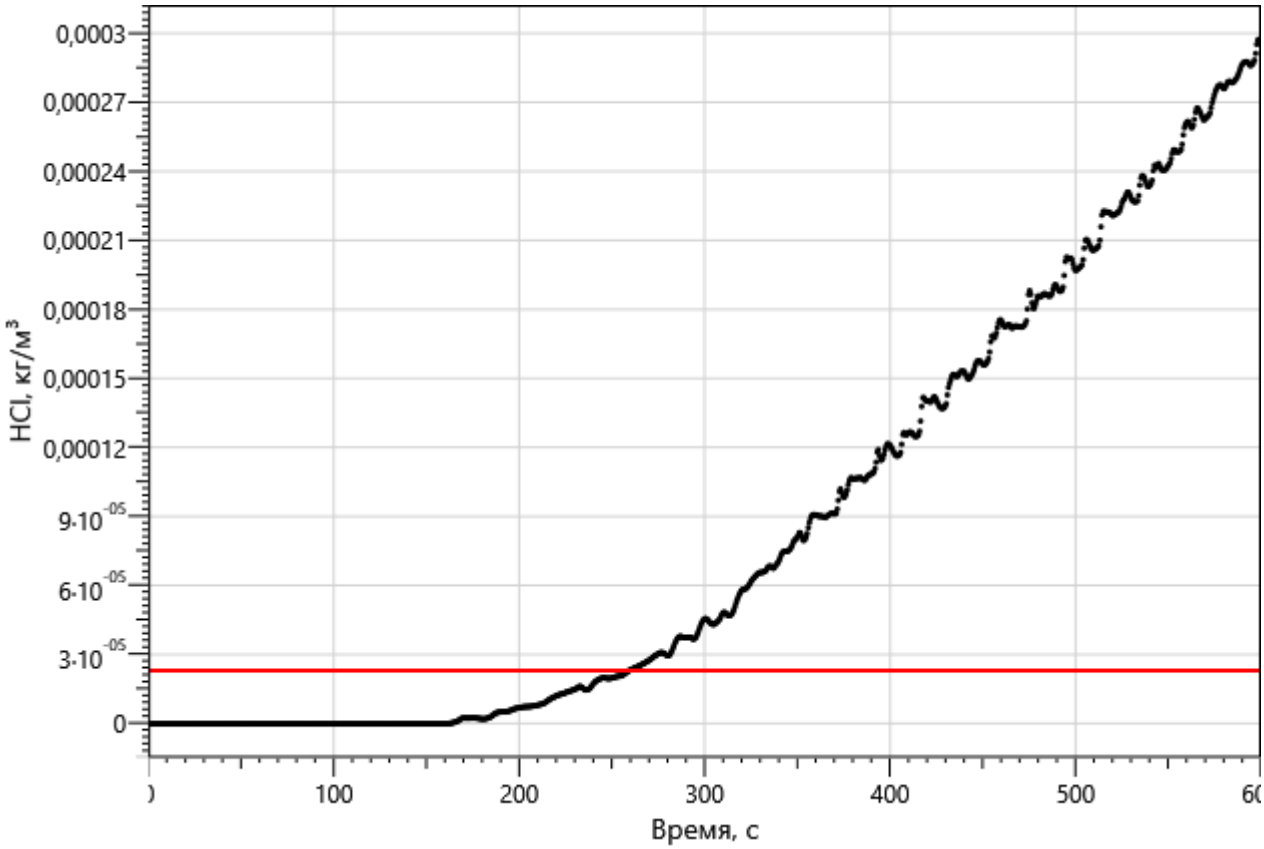


Рисунок 91 – Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

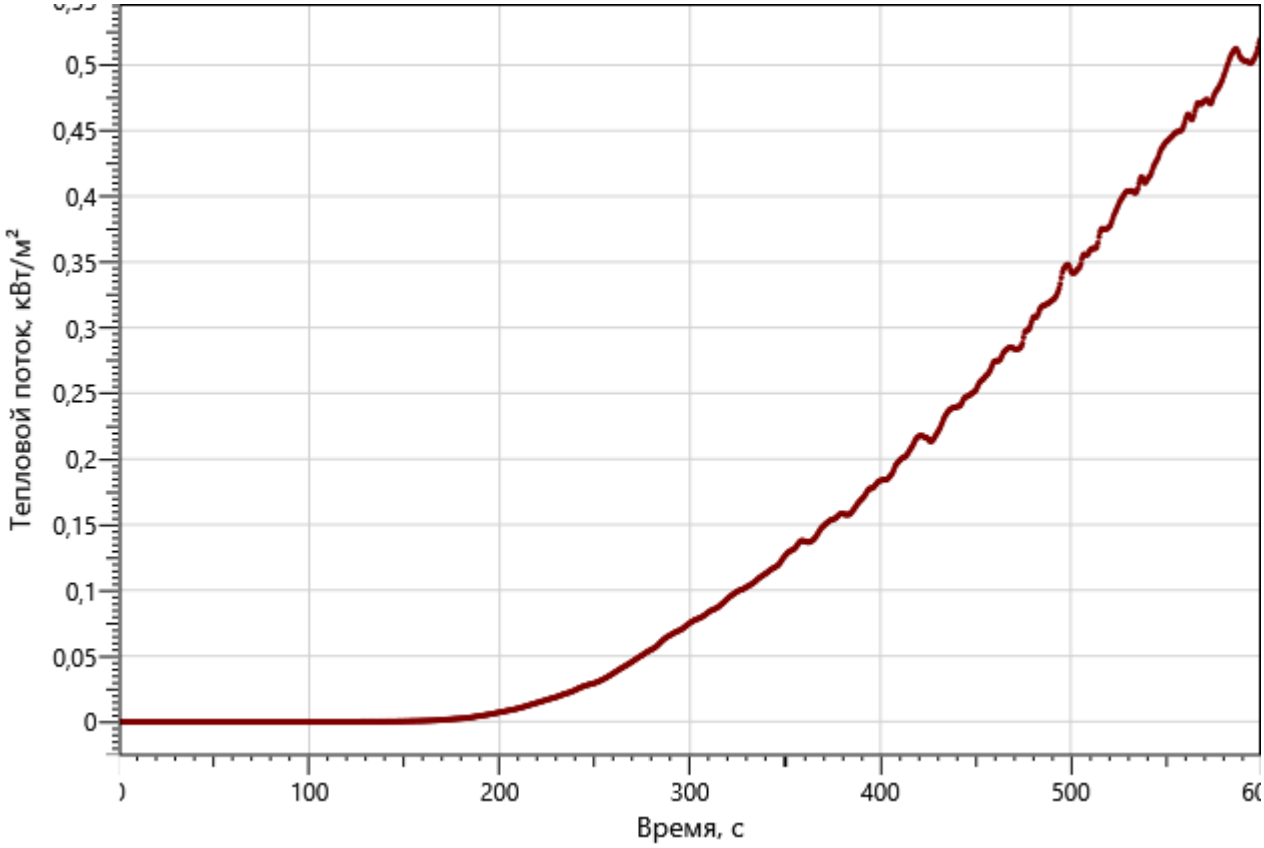


Рисунок 92 – Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

рт_06

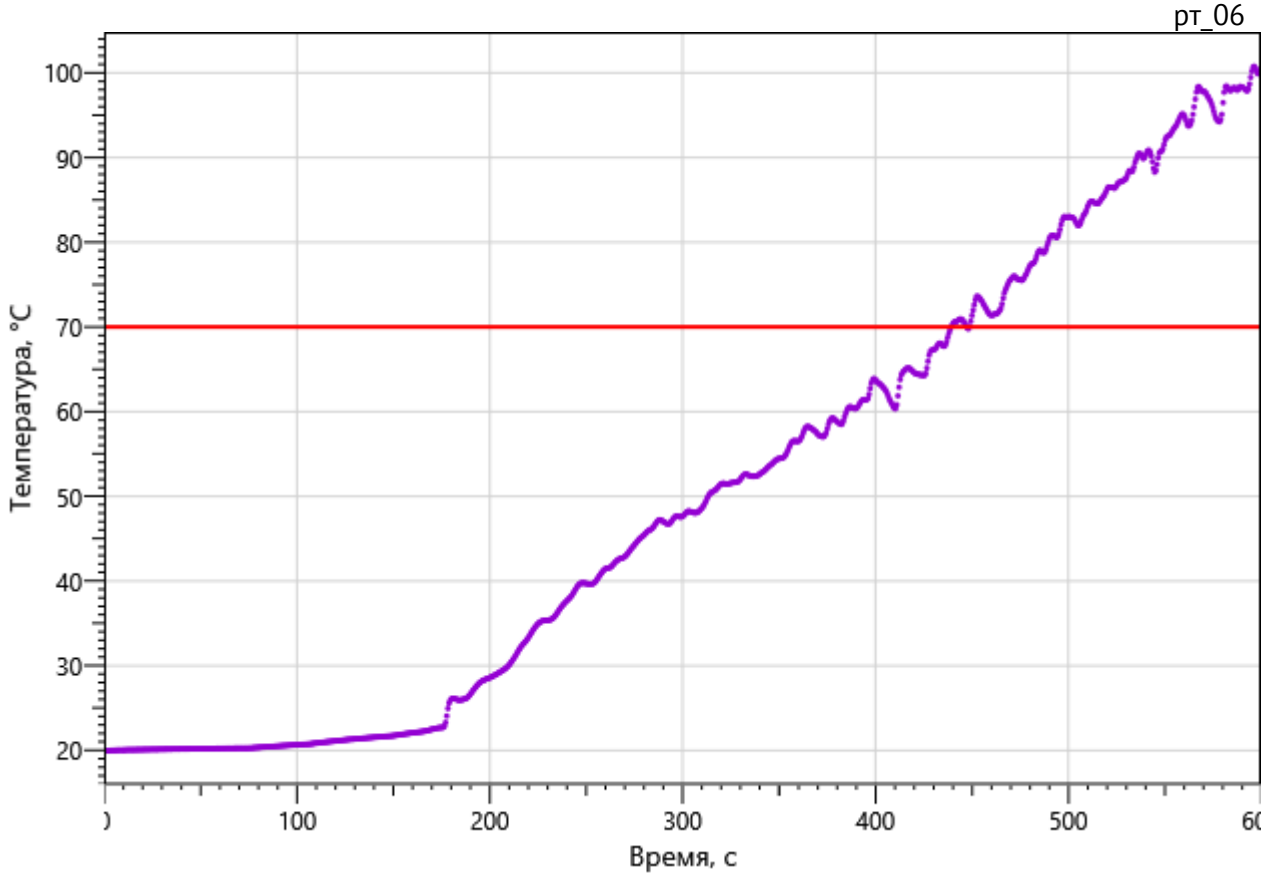


Рисунок 93 – Зависимость температуры от длительности пожара

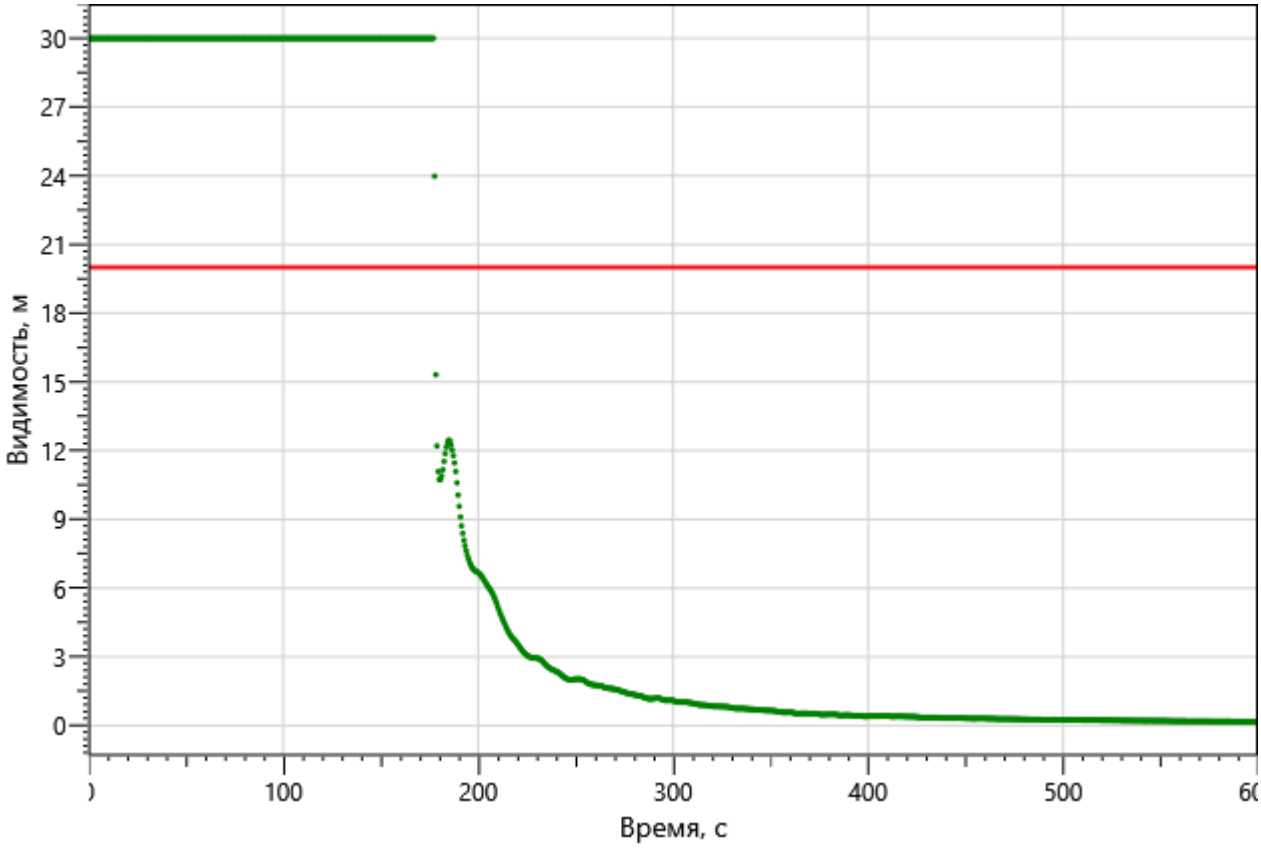


Рисунок 94 – Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

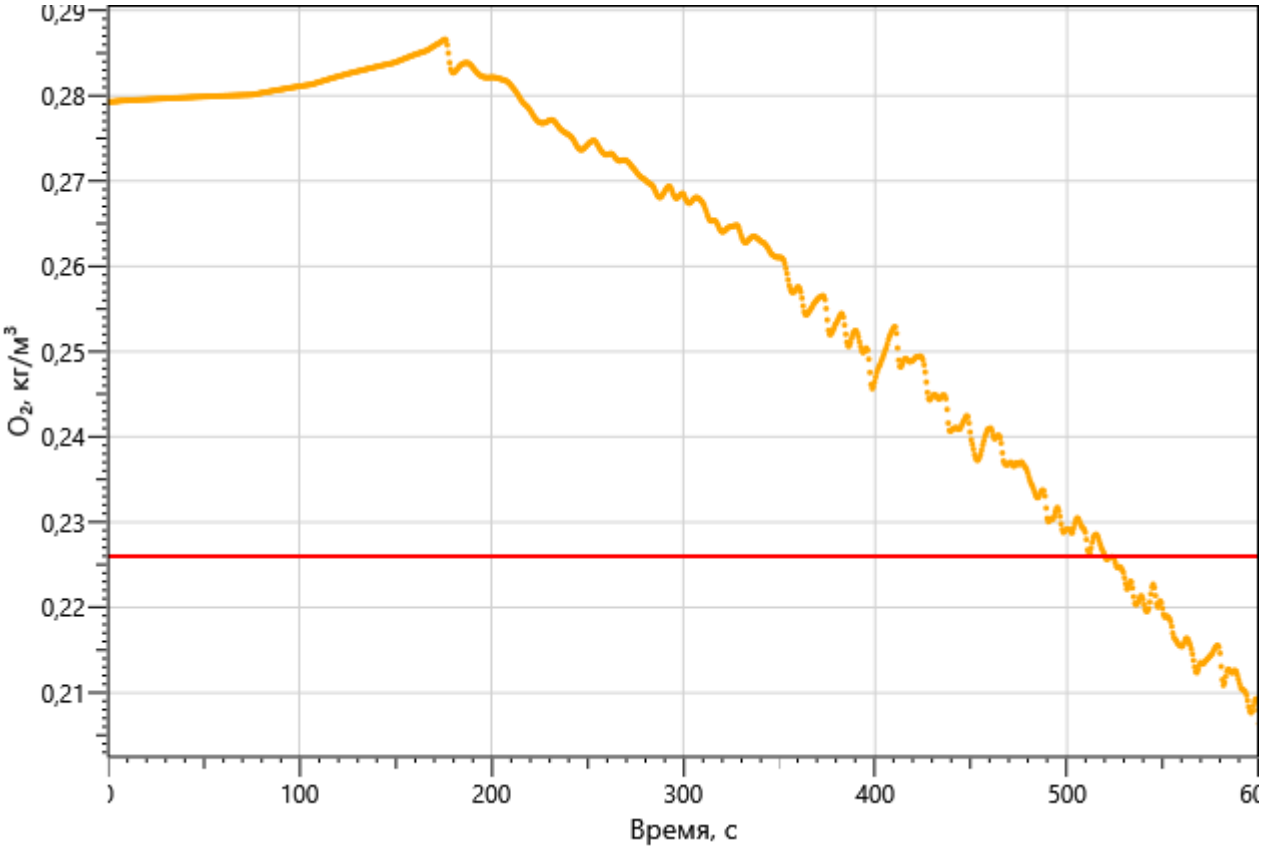


Рисунок 95 – Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

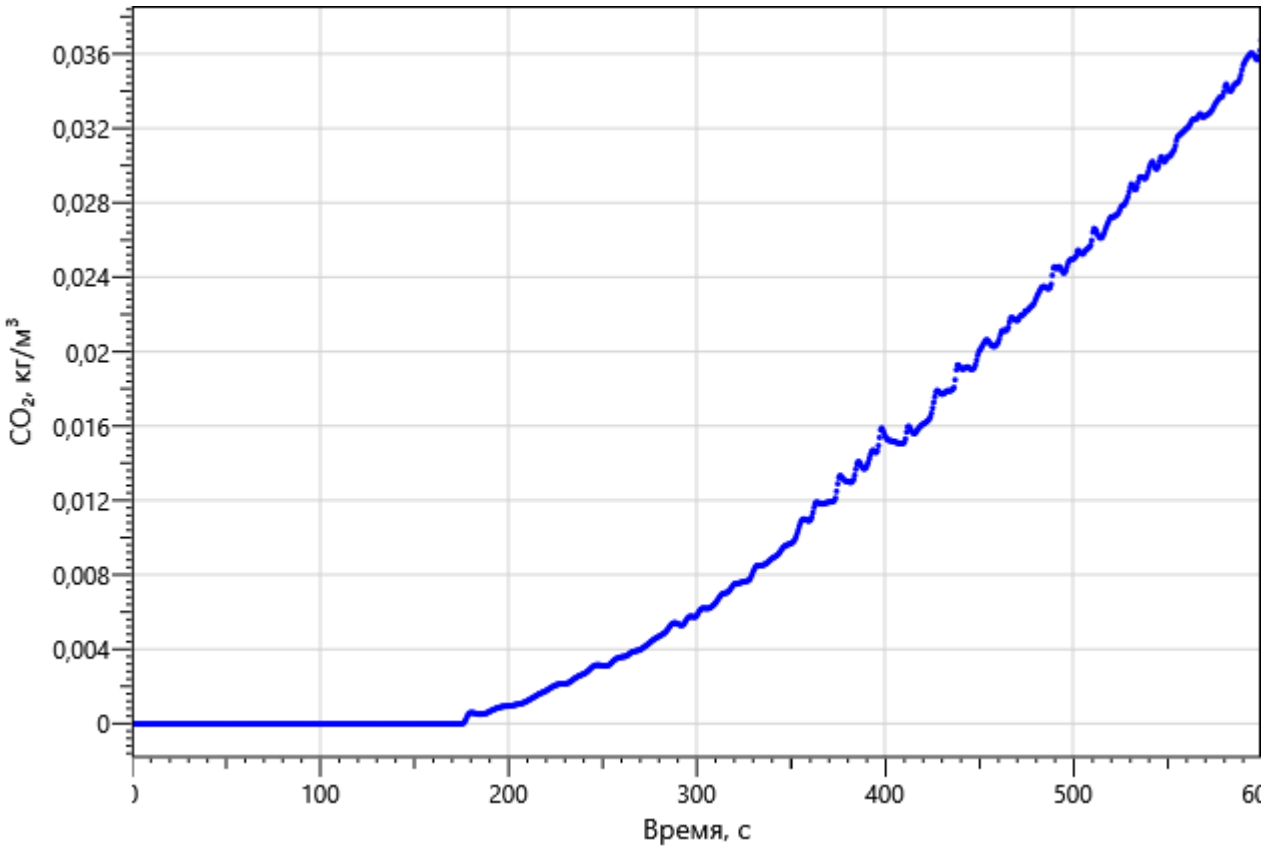


Рисунок 96 – Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

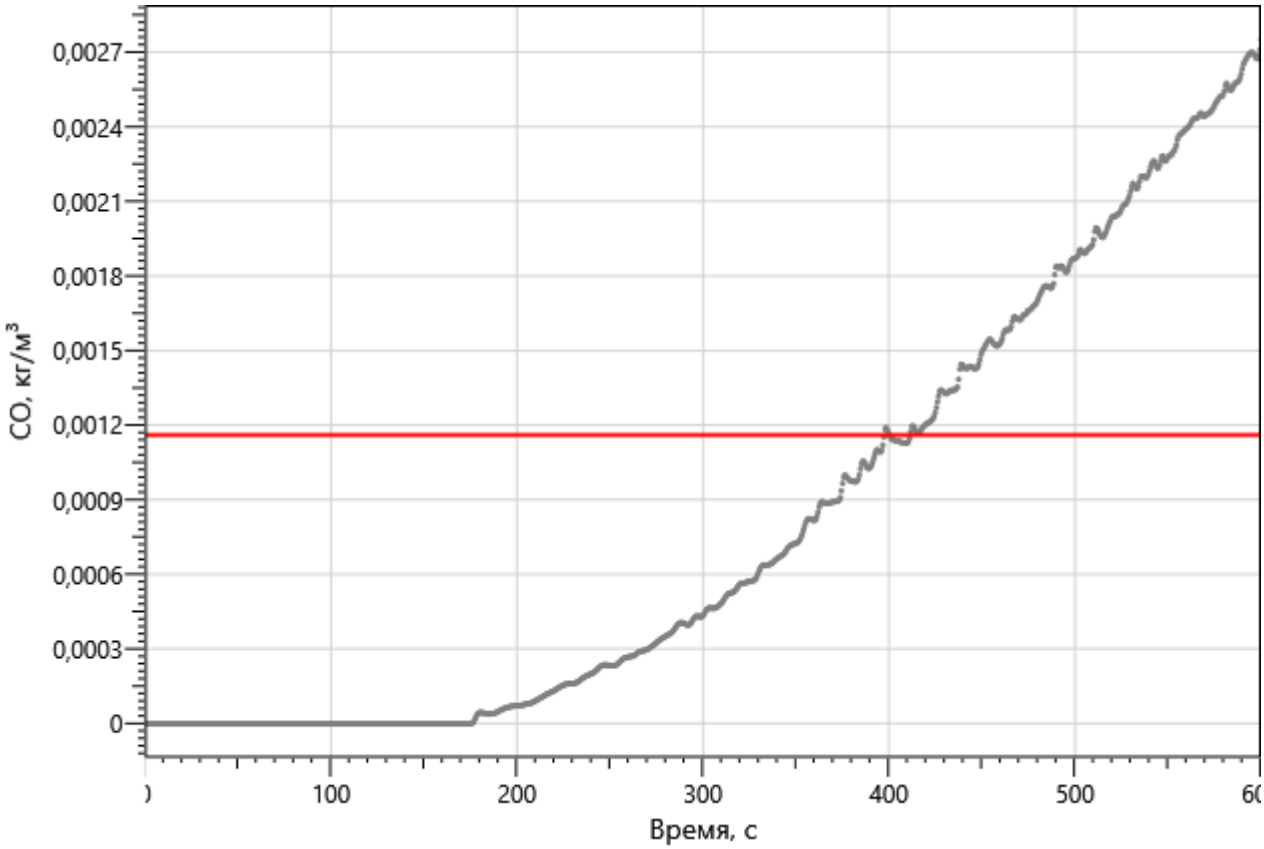


Рисунок 97 – Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

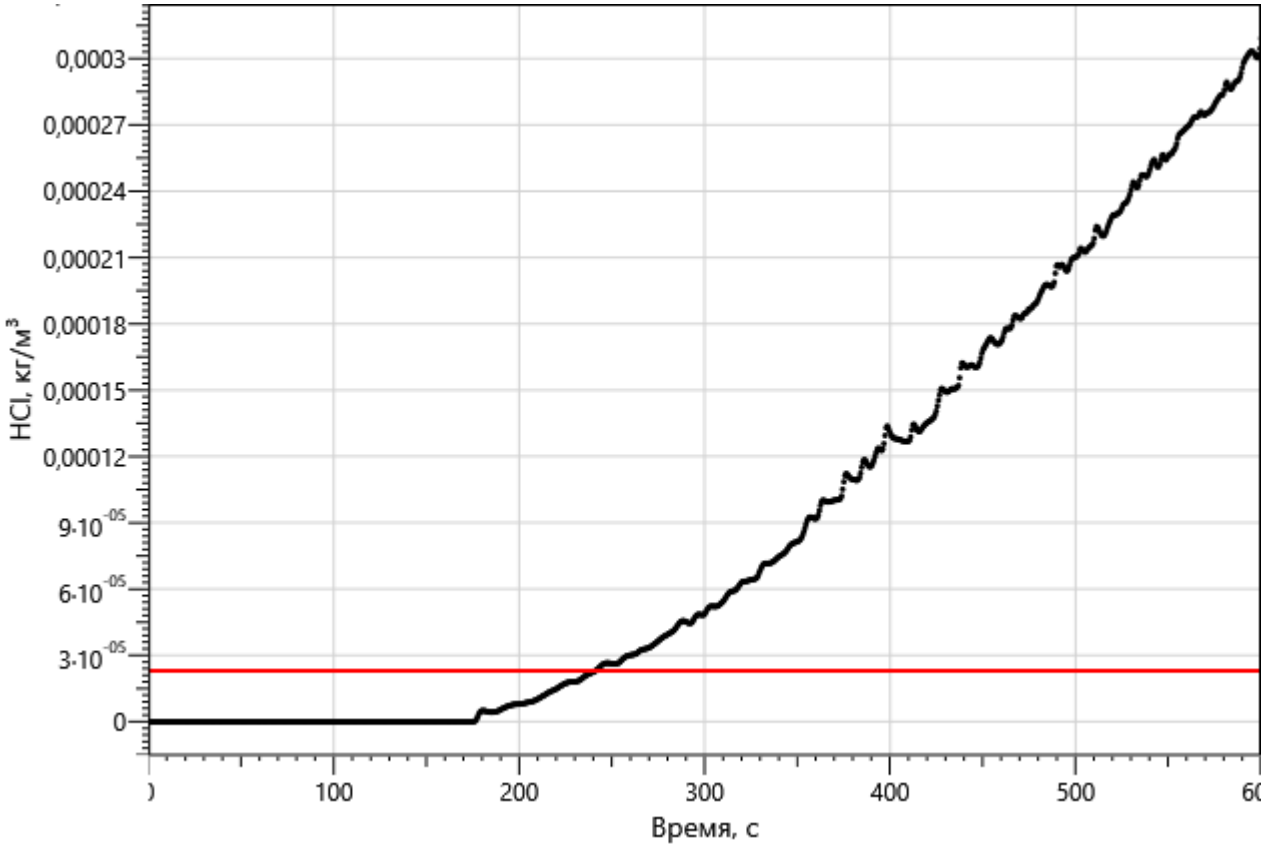


Рисунок 98 – Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

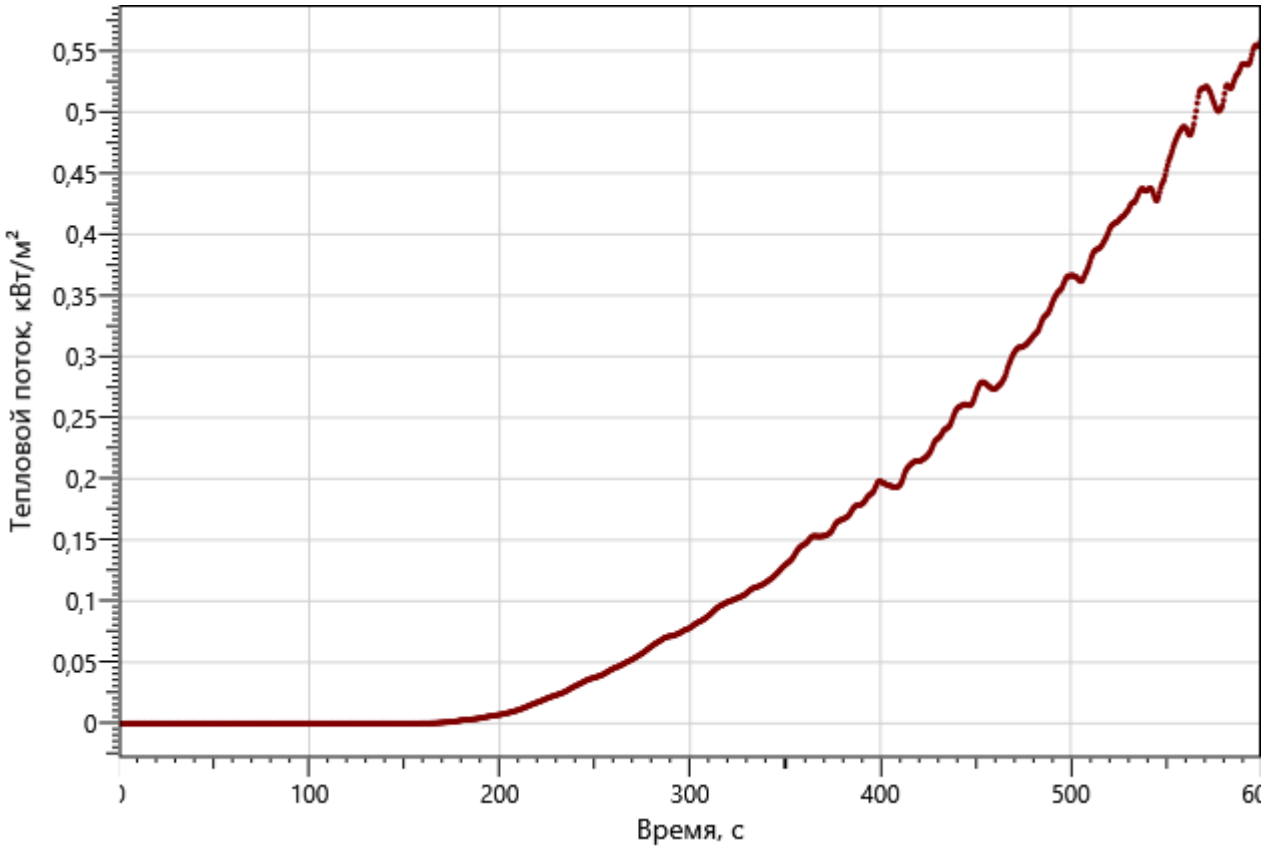


Рисунок 99 – Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

рт_07

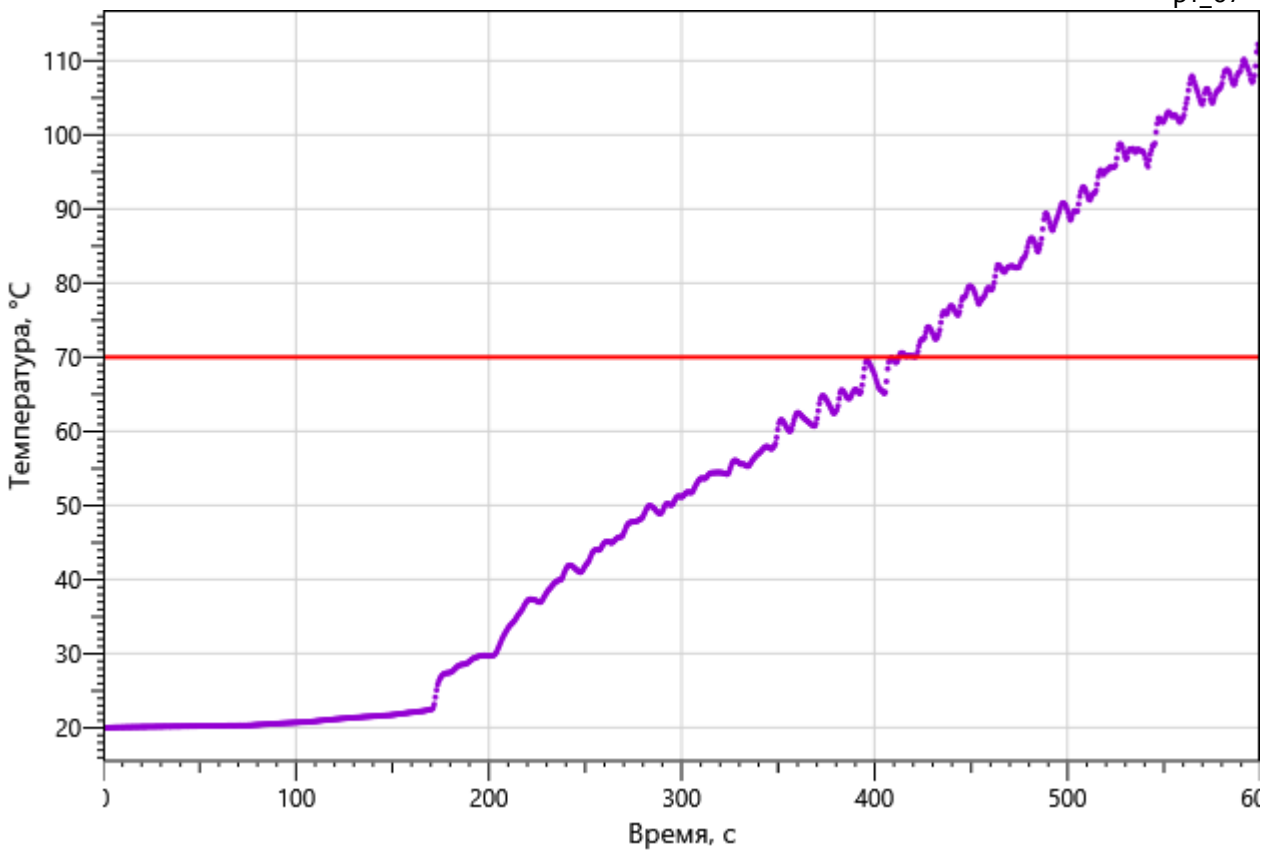


Рисунок 100 – Зависимость температуры от длительности пожара

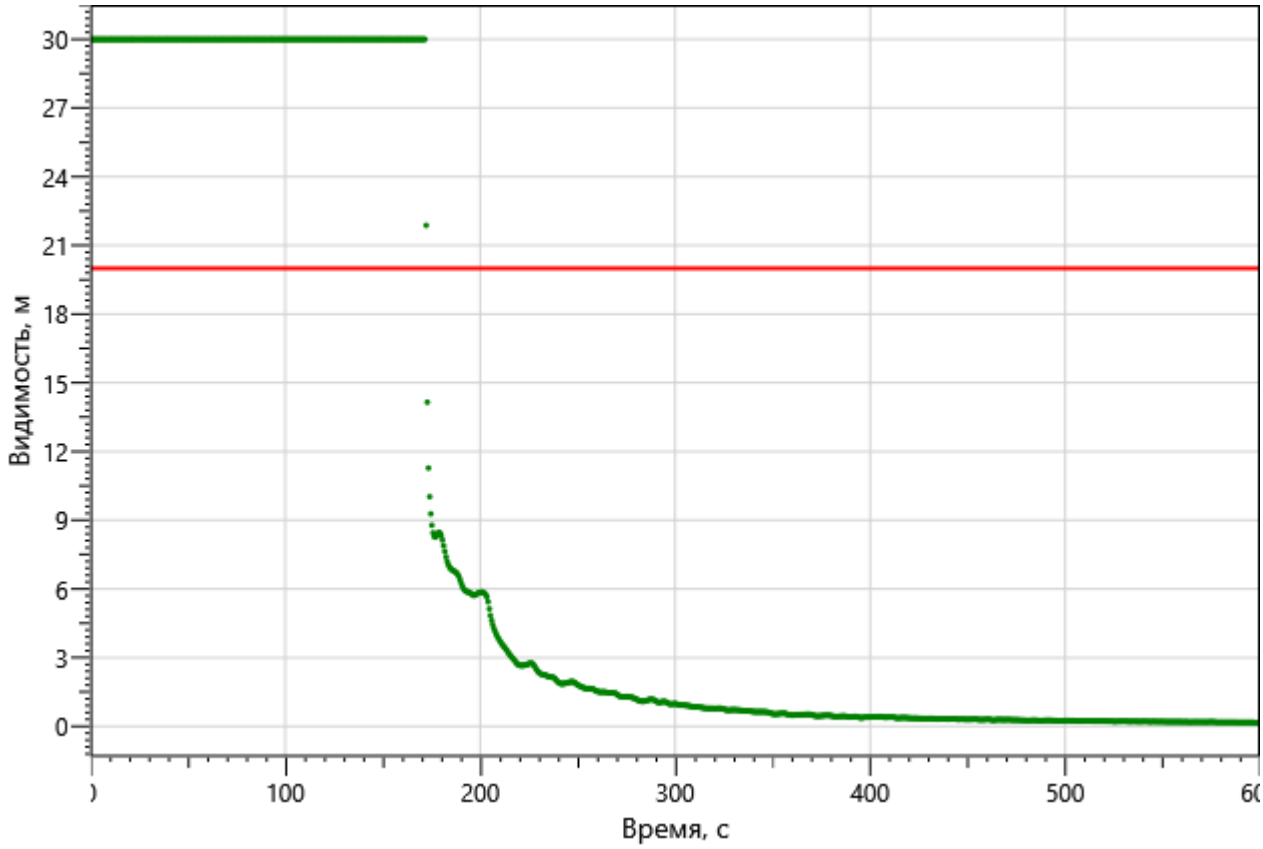


Рисунок 101 – Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

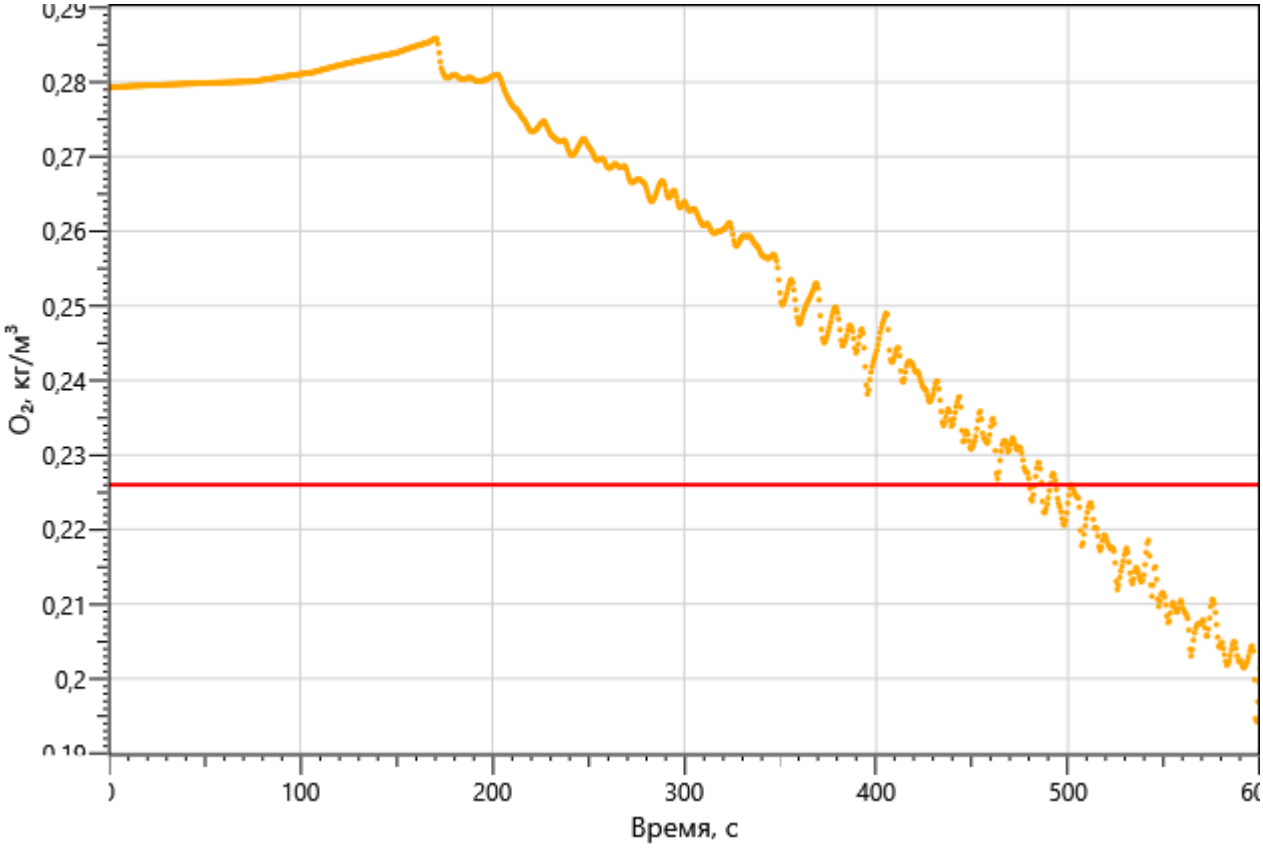


Рисунок 102 – Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

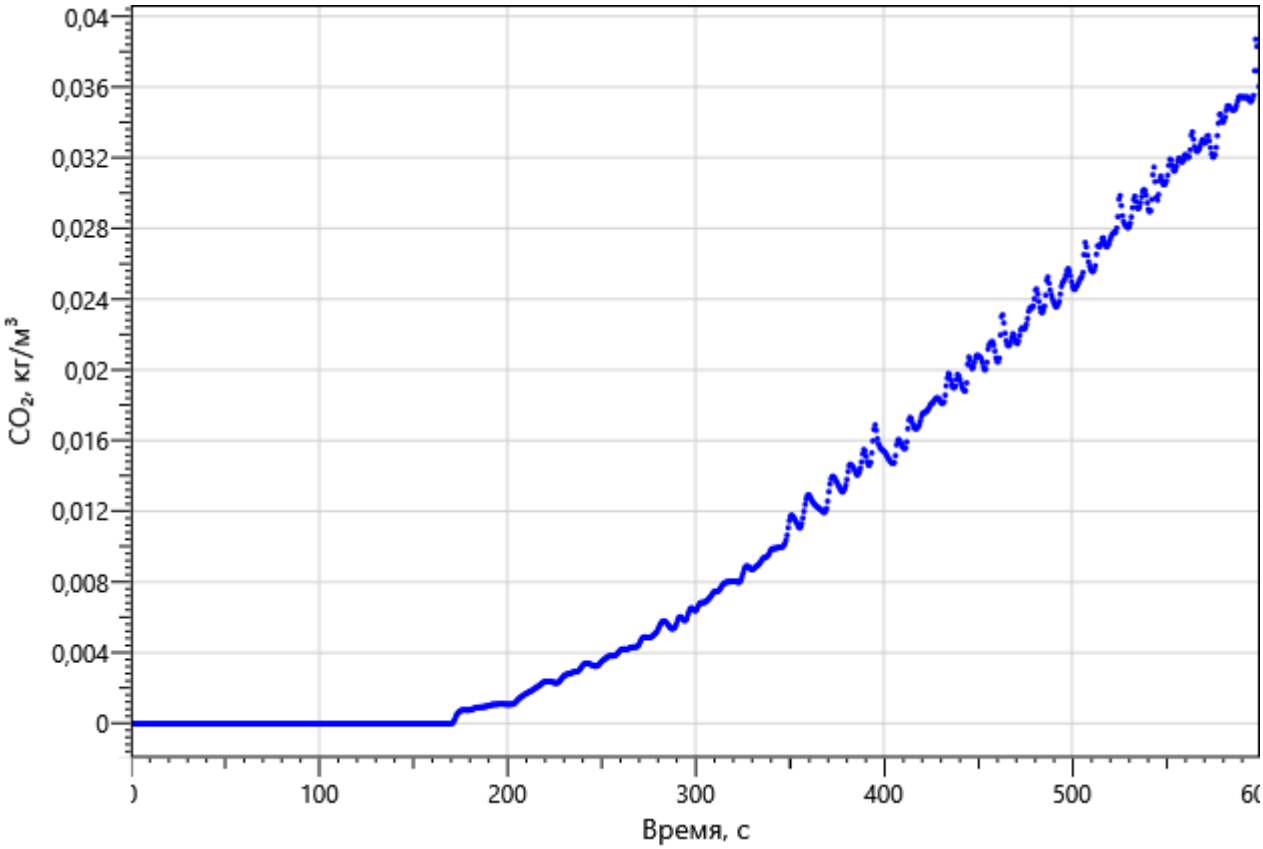


Рисунок 103 – Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

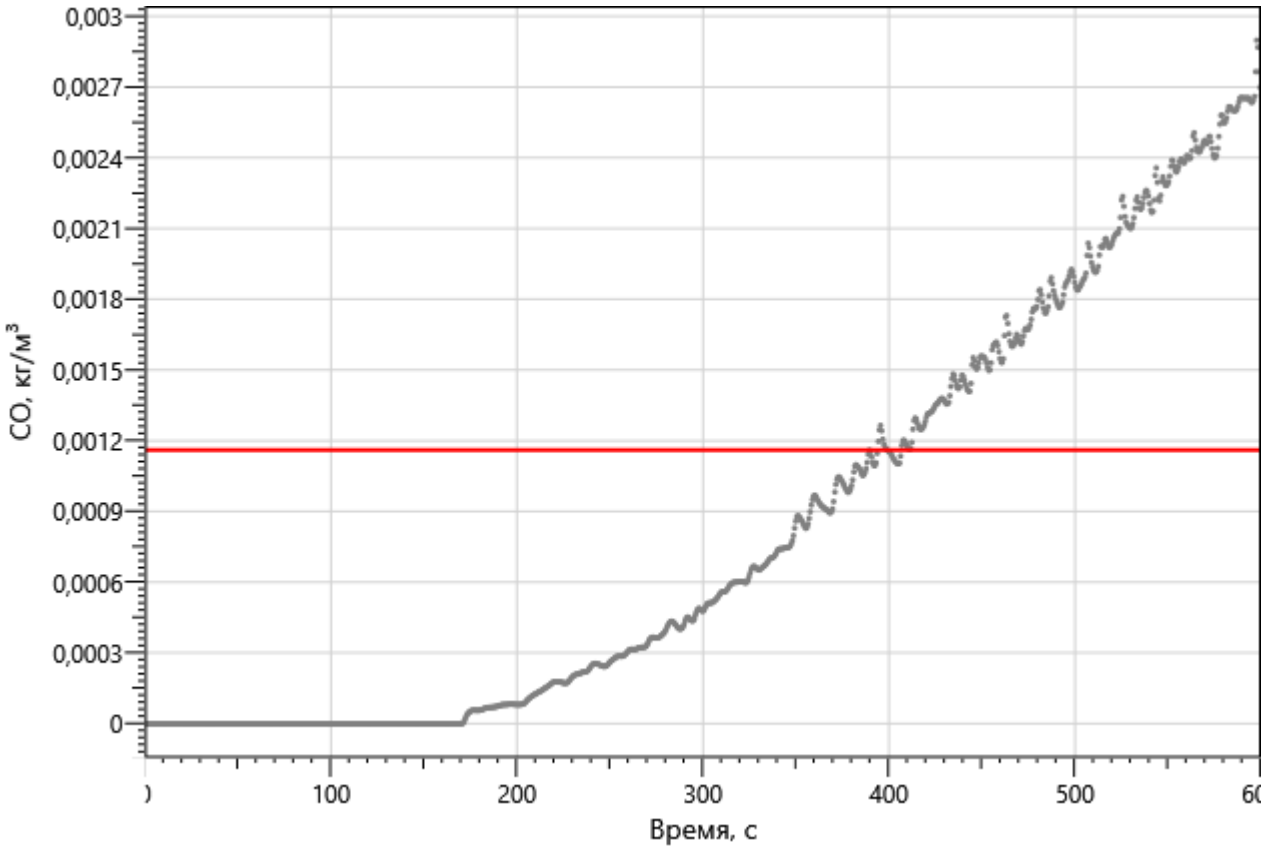


Рисунок 104 – Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

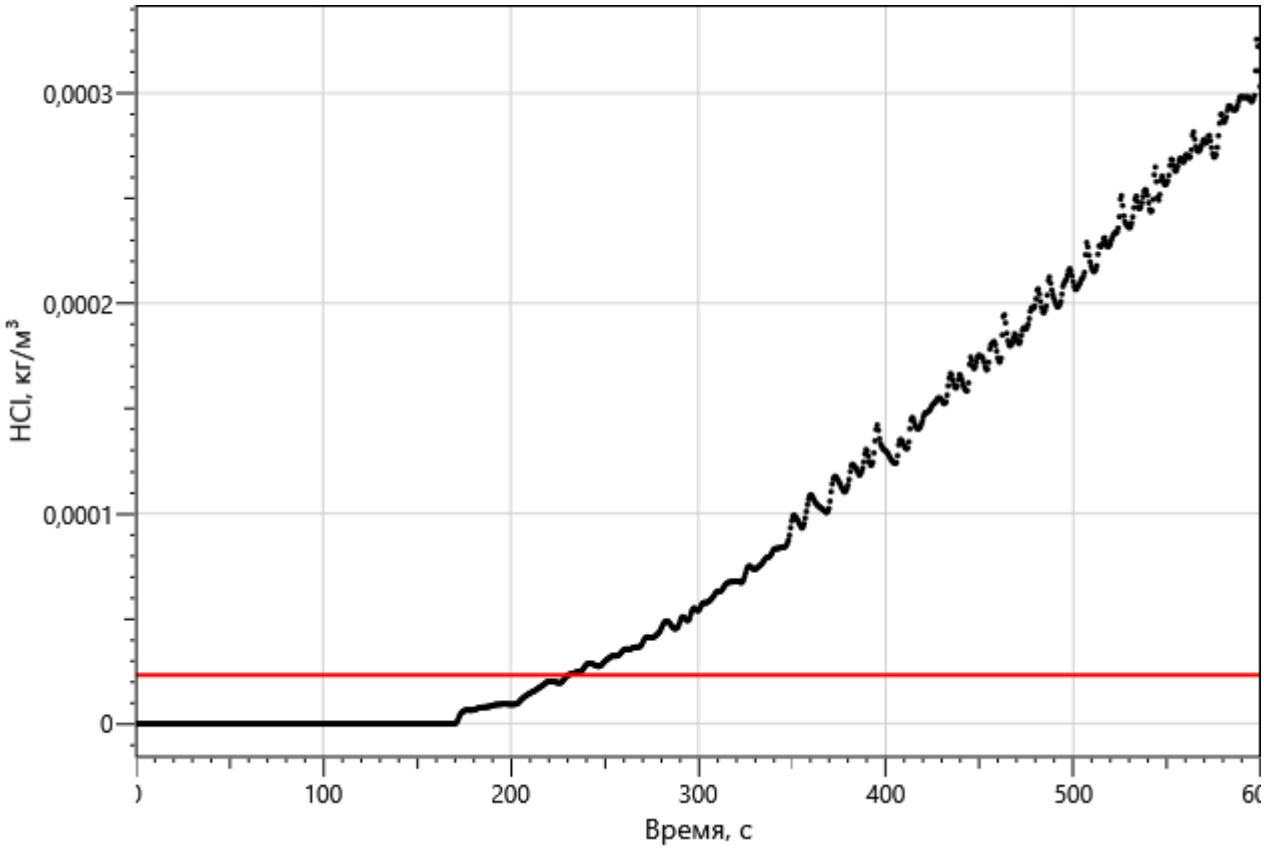


Рисунок 105 – Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

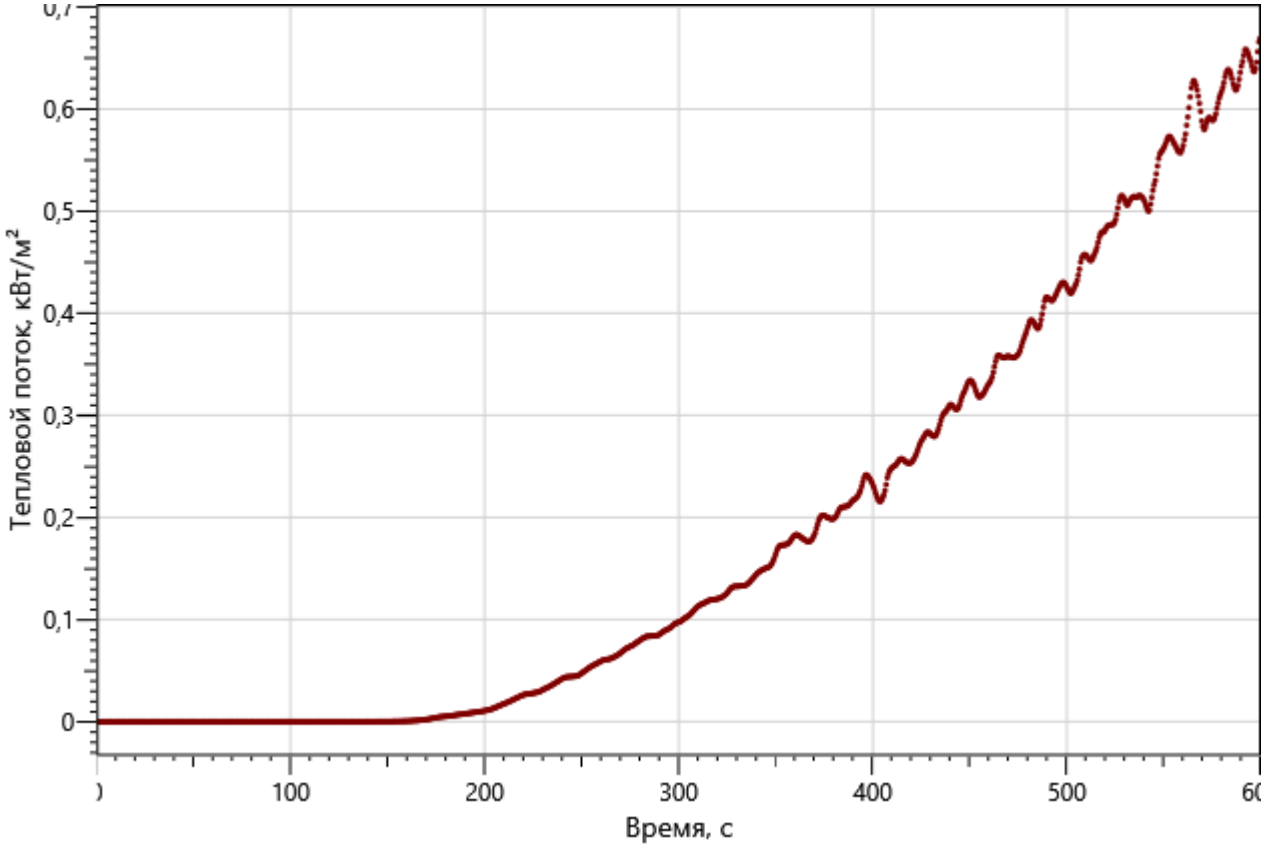


Рисунок 106 – Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

рт_08

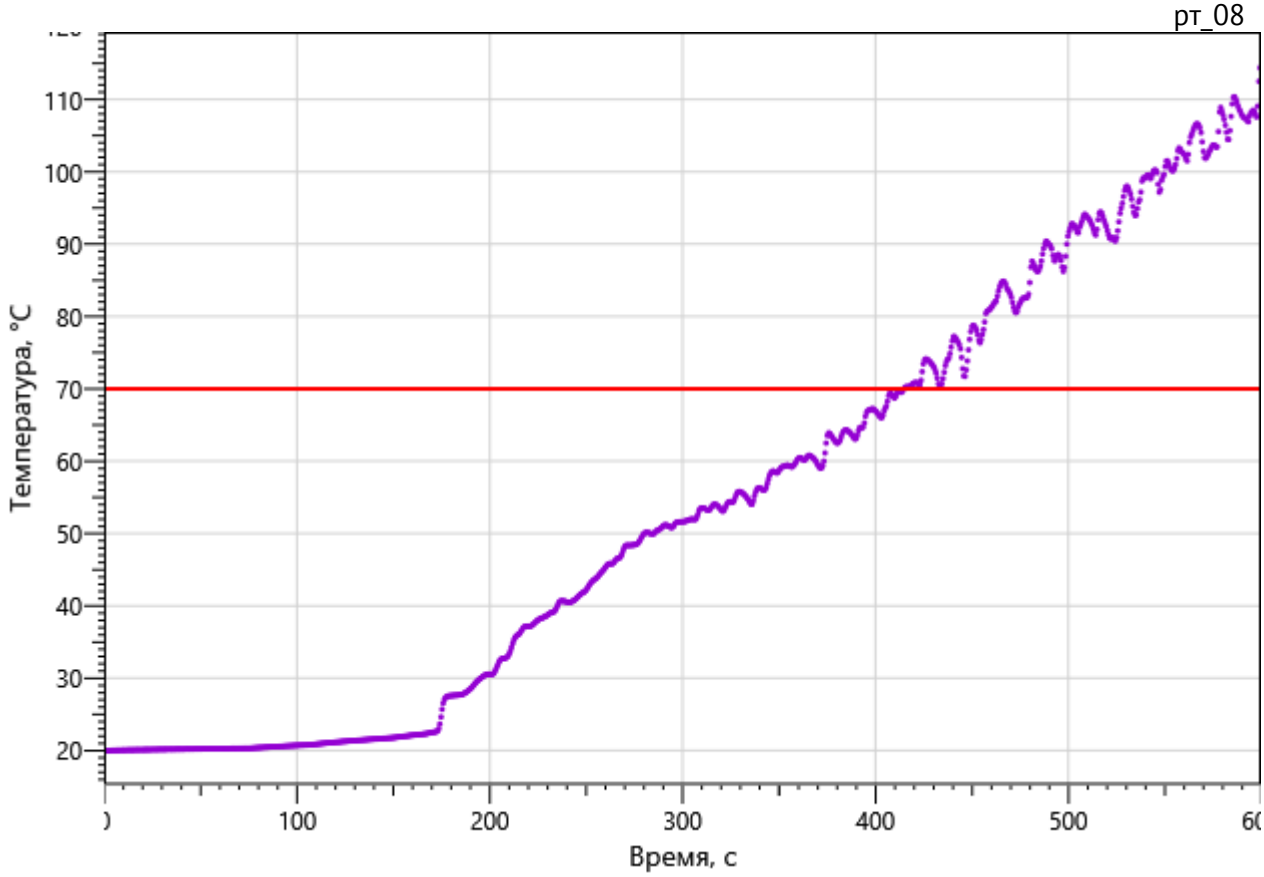


Рисунок 107 – Зависимость температуры от длительности пожара

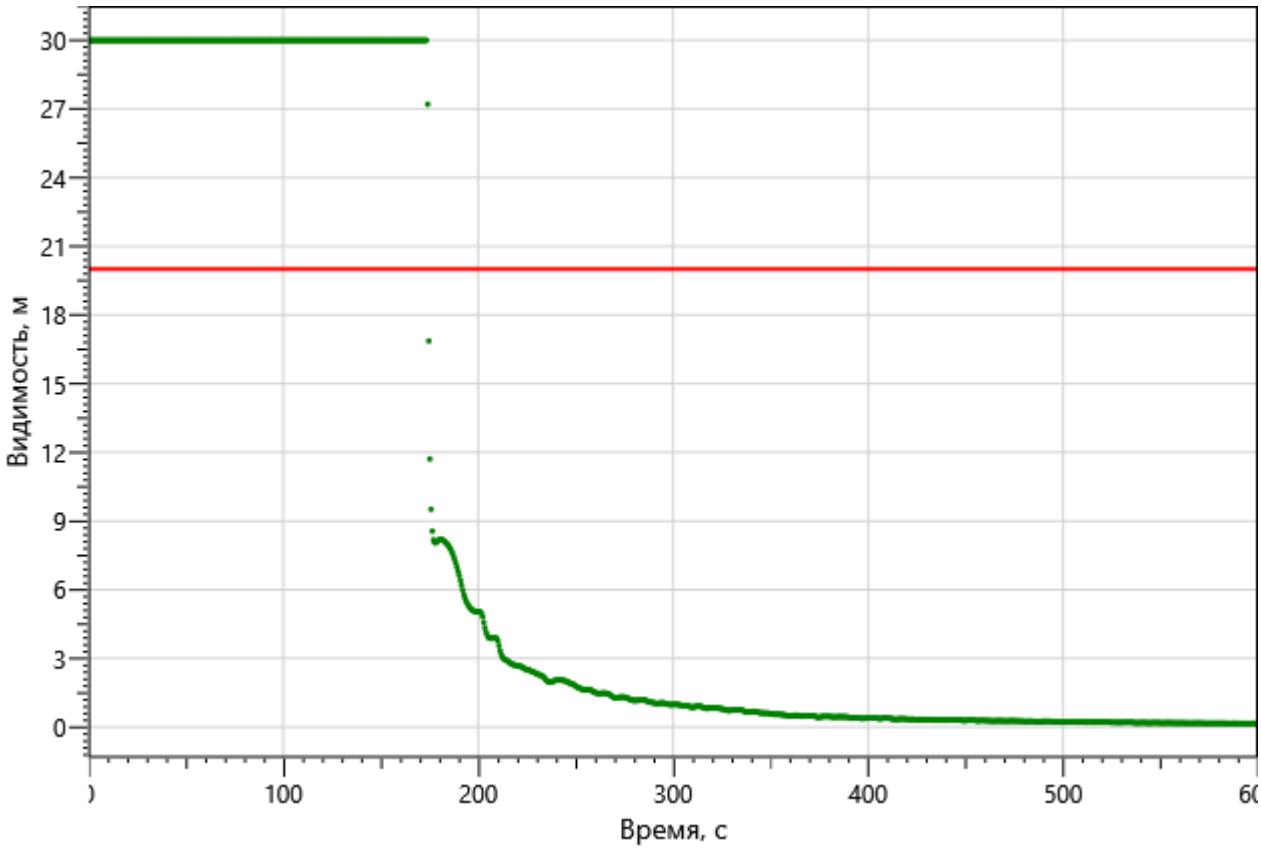


Рисунок 108 – Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

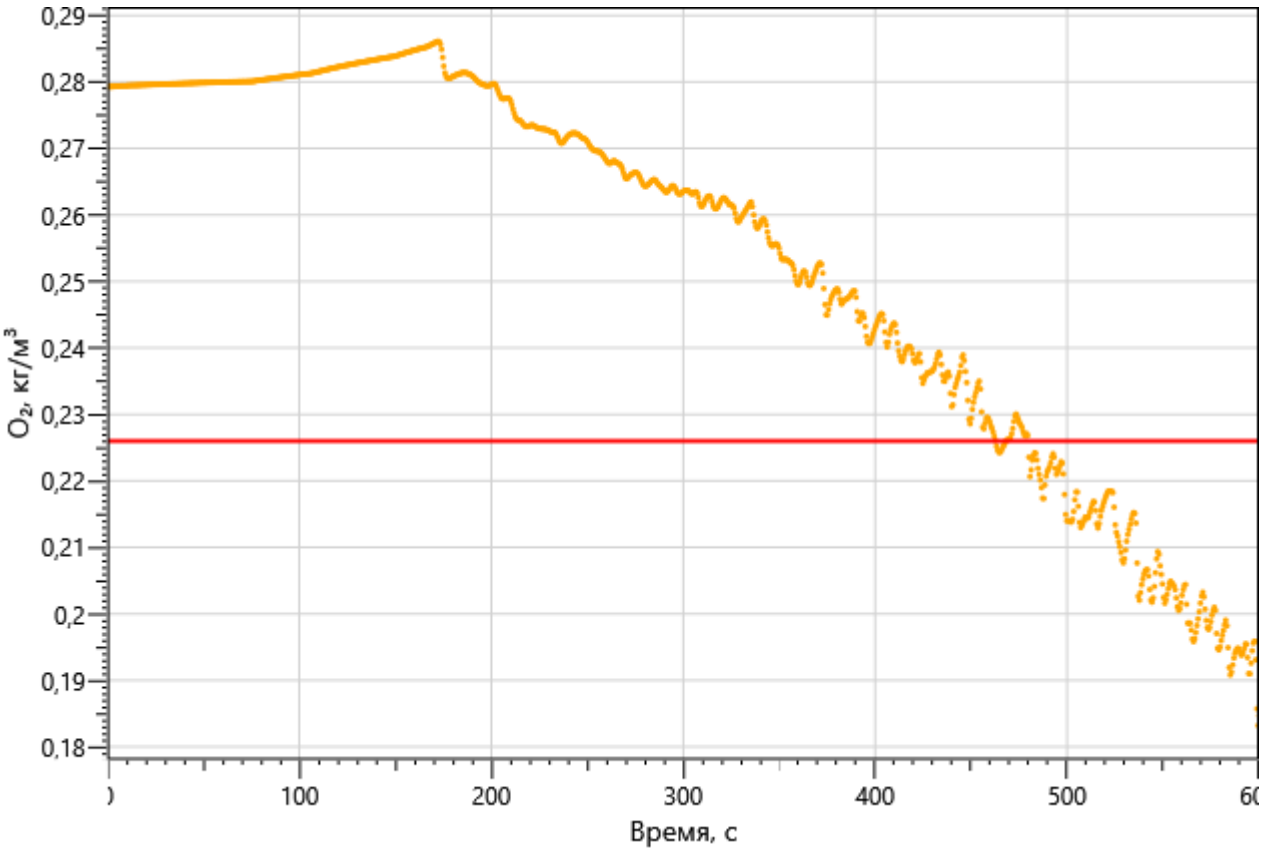


Рисунок 109 – Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

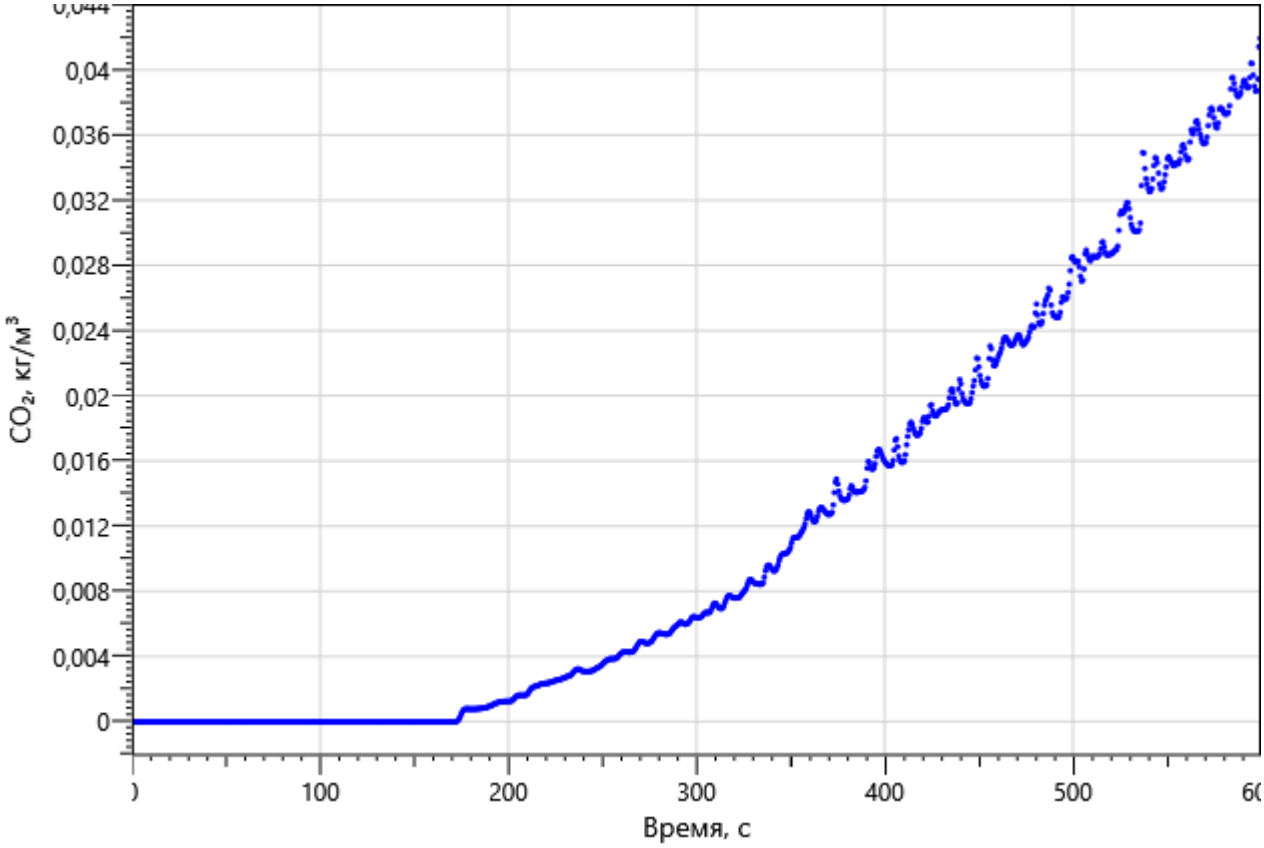


Рисунок 110 – Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

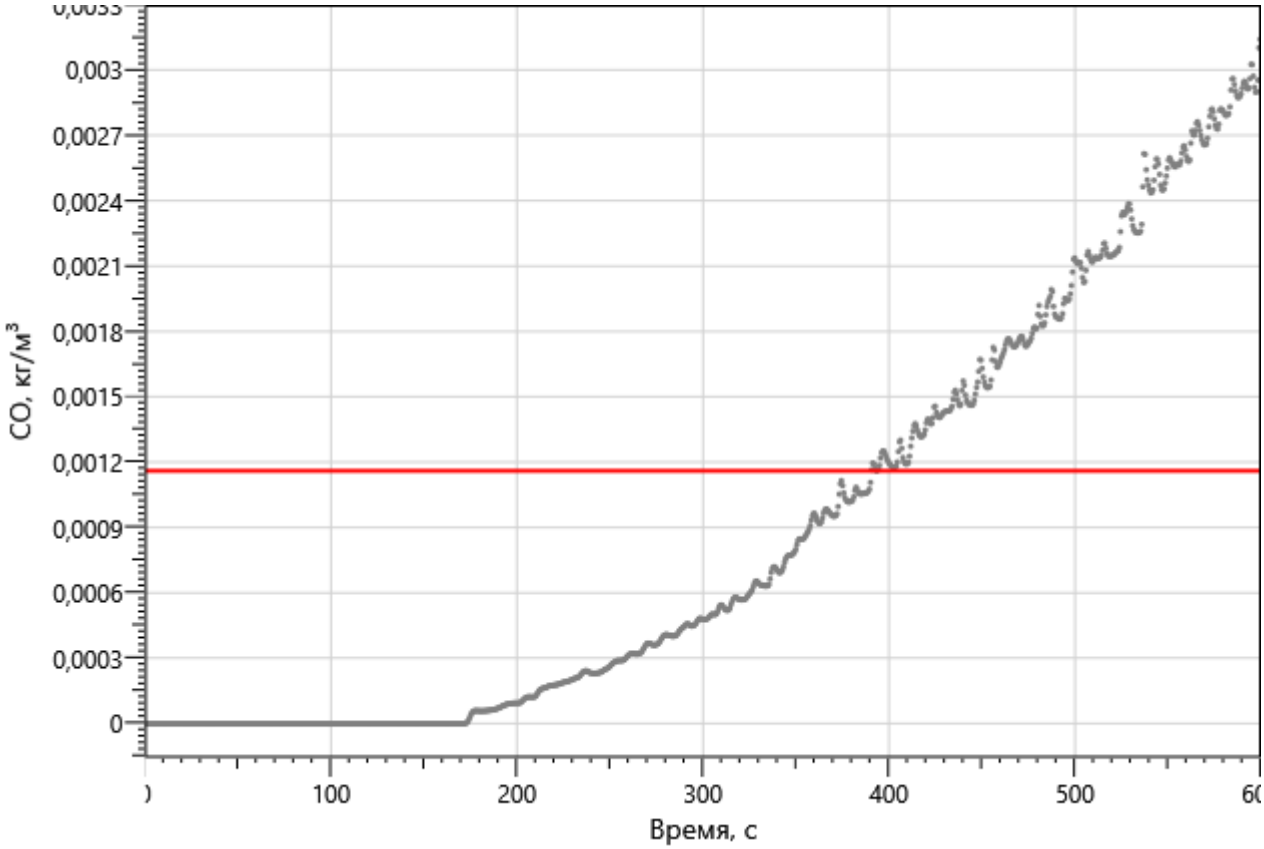


Рисунок 111 – Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

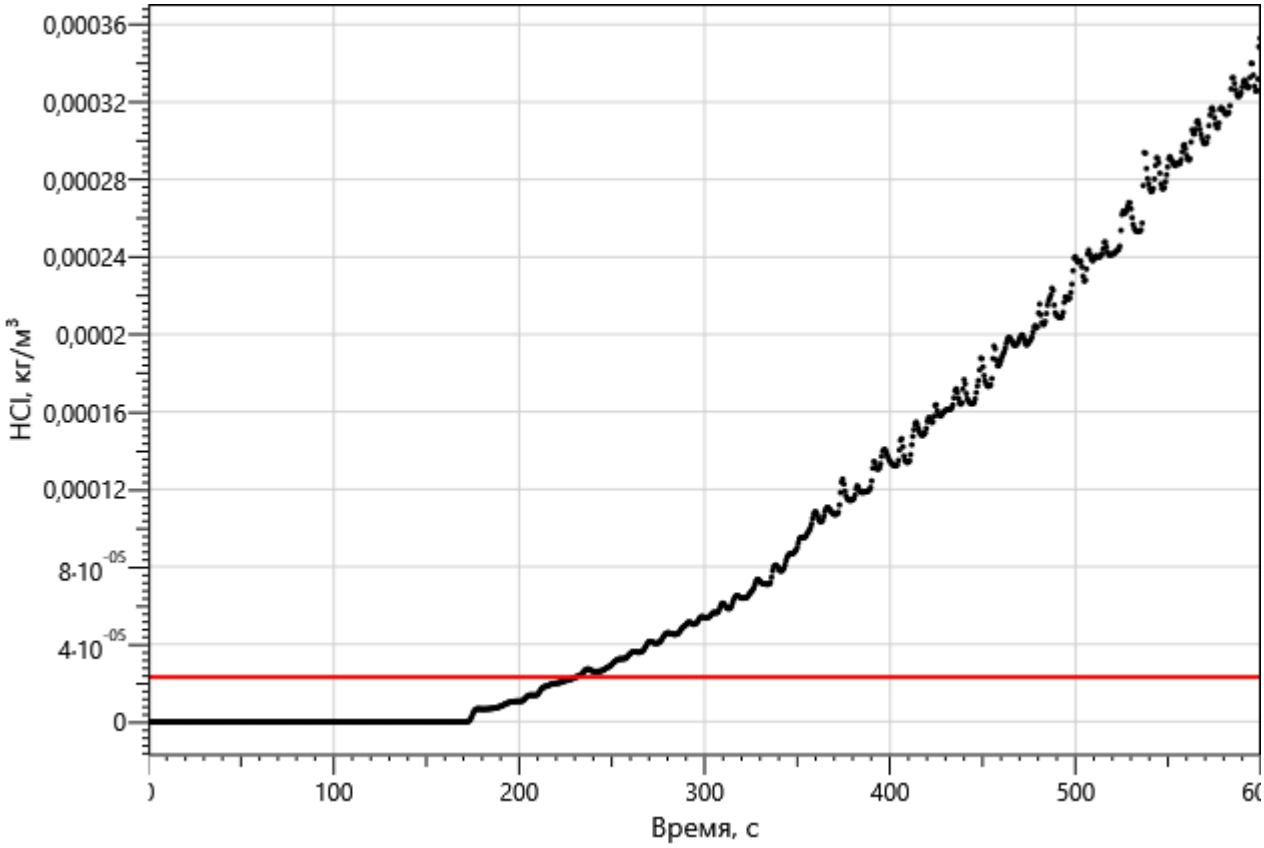


Рисунок 112 – Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

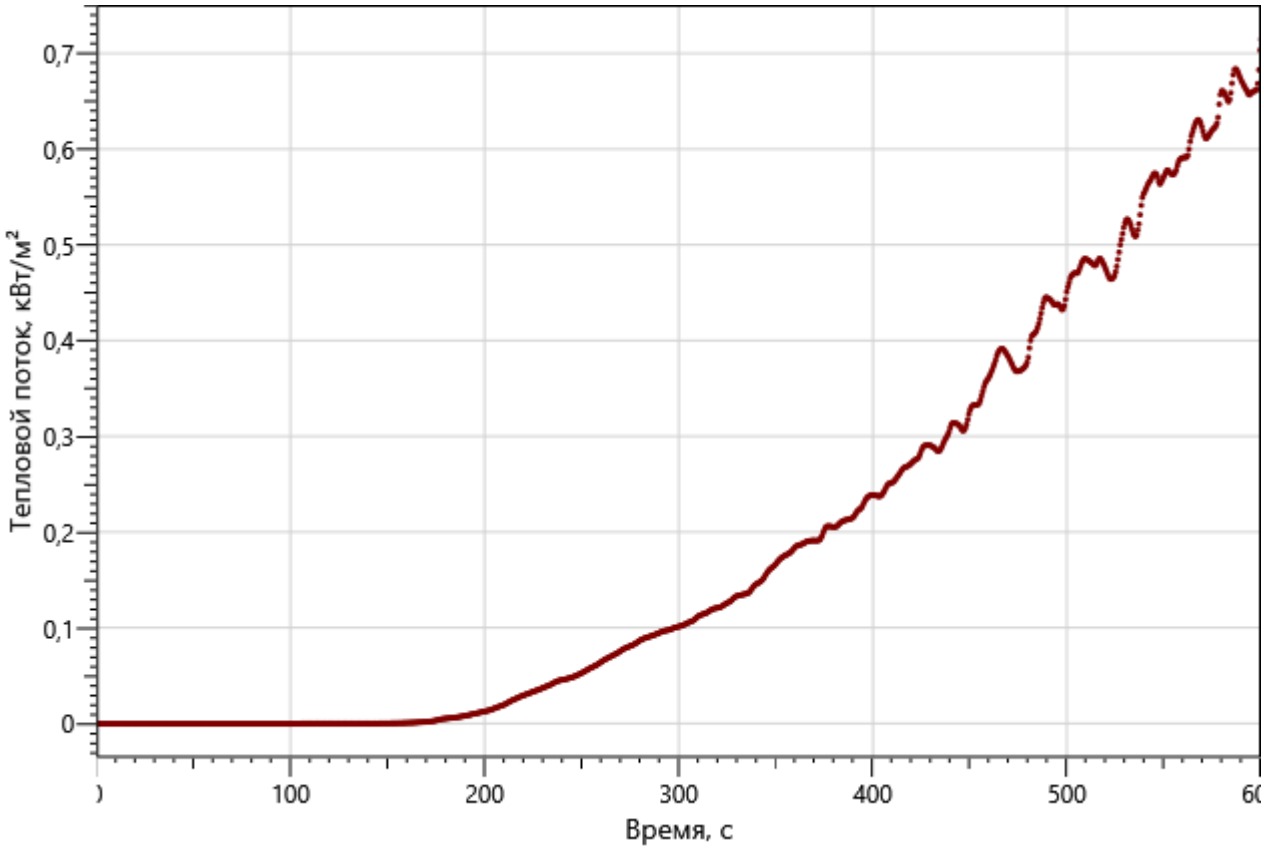


Рисунок 113 – Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

рт_09

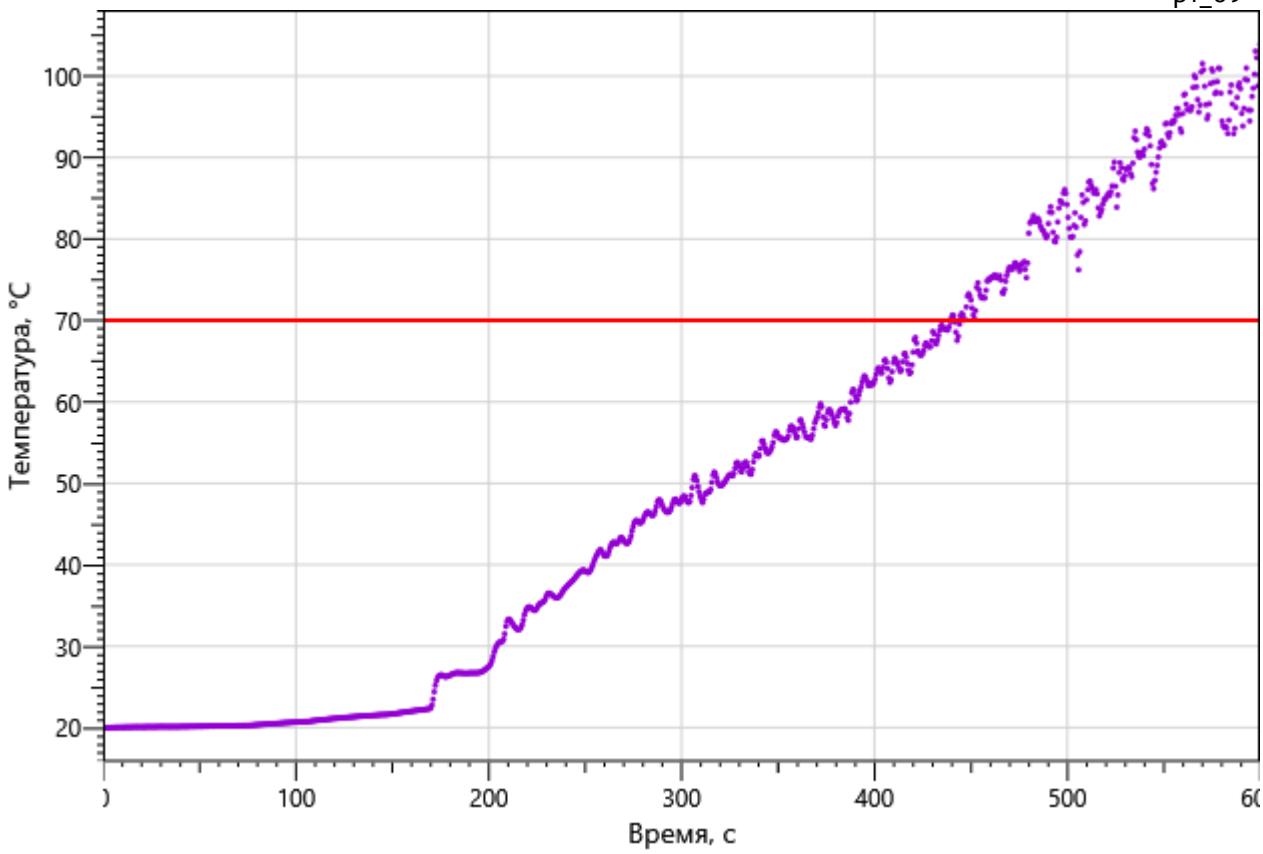


Рисунок 114 – Зависимость температуры от длительности пожара

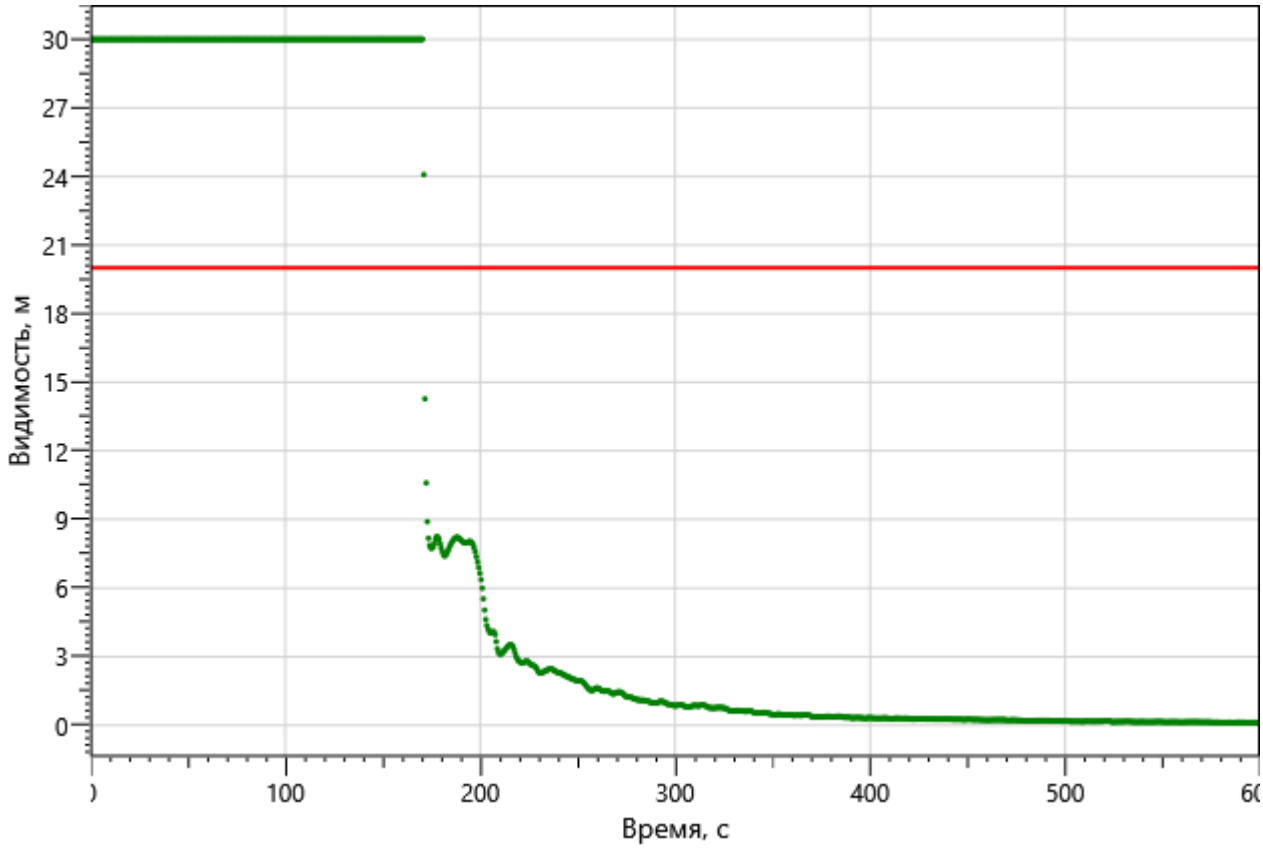


Рисунок 115 – Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

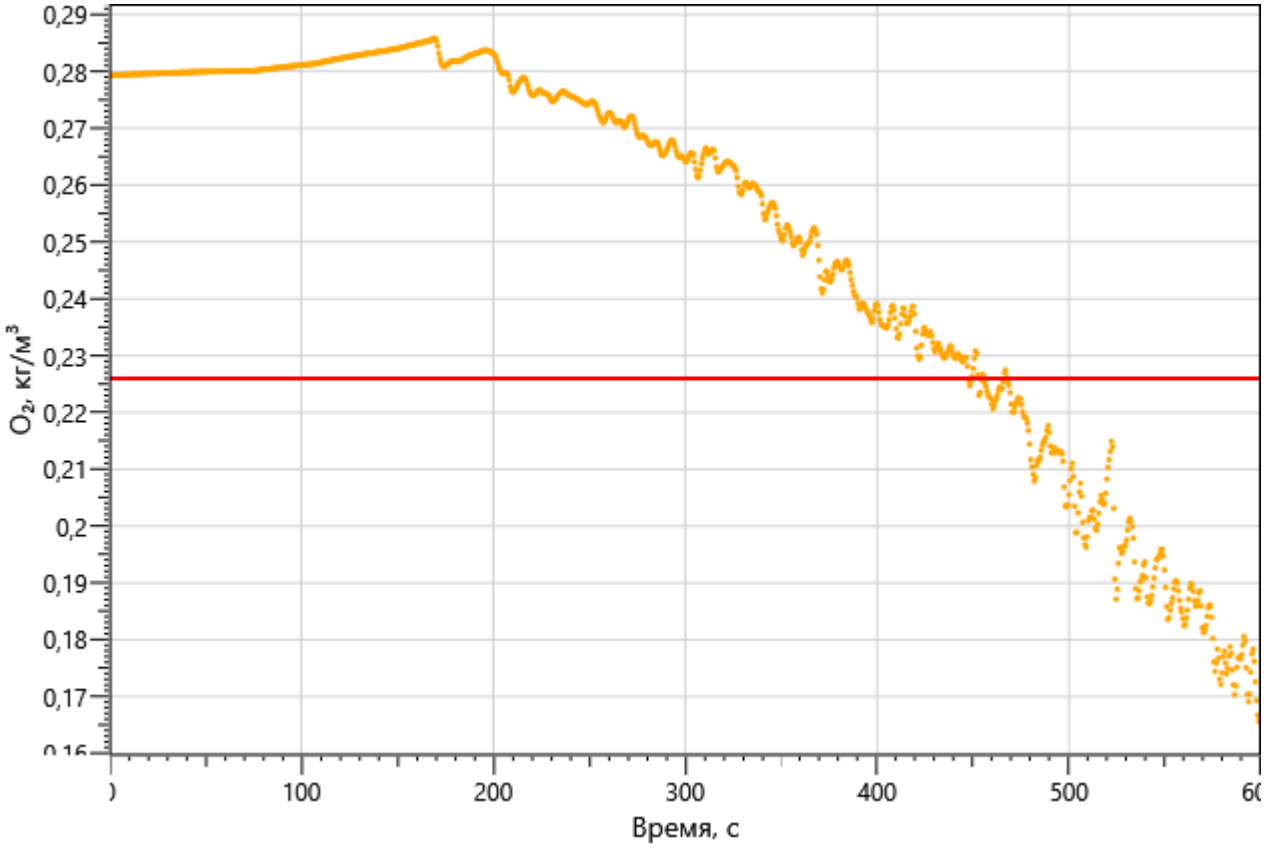


Рисунок 116 – Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

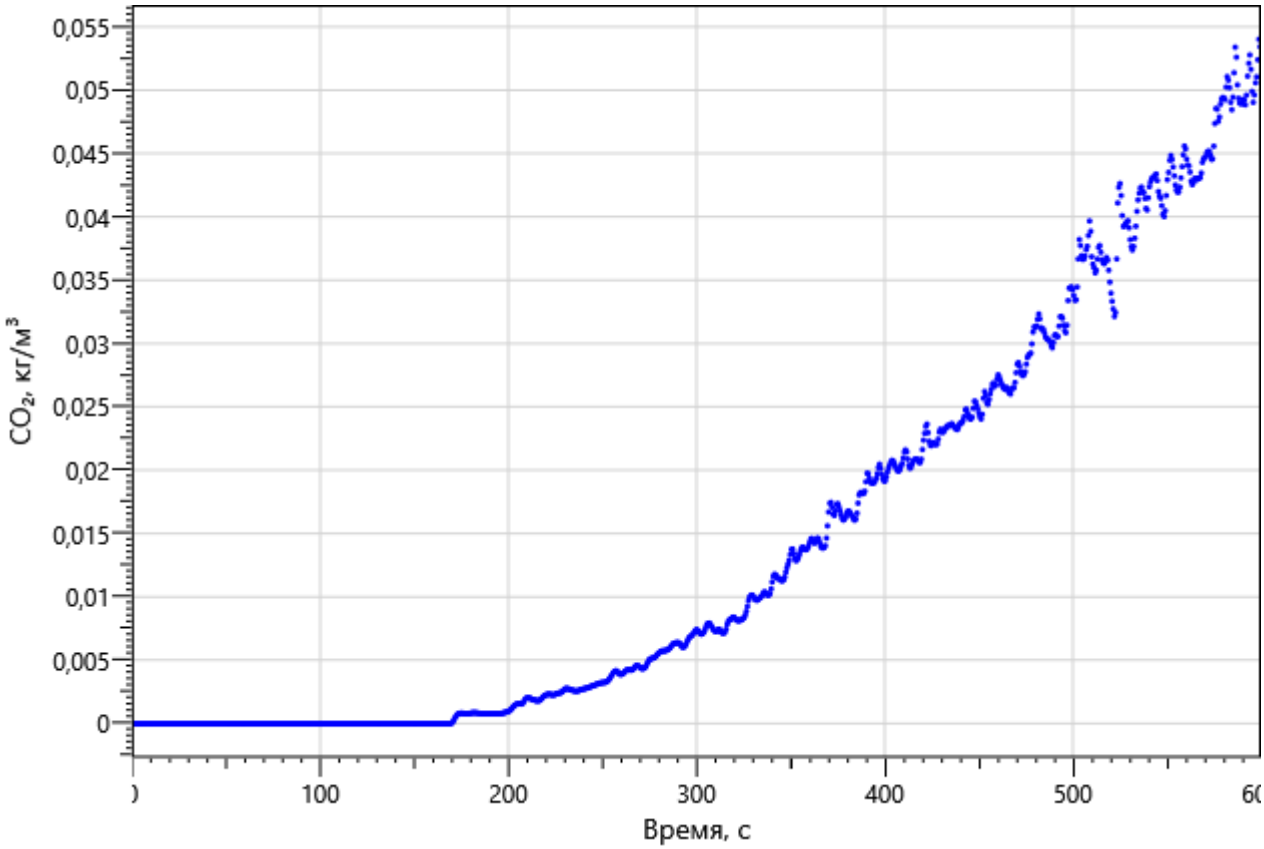


Рисунок 117 – Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

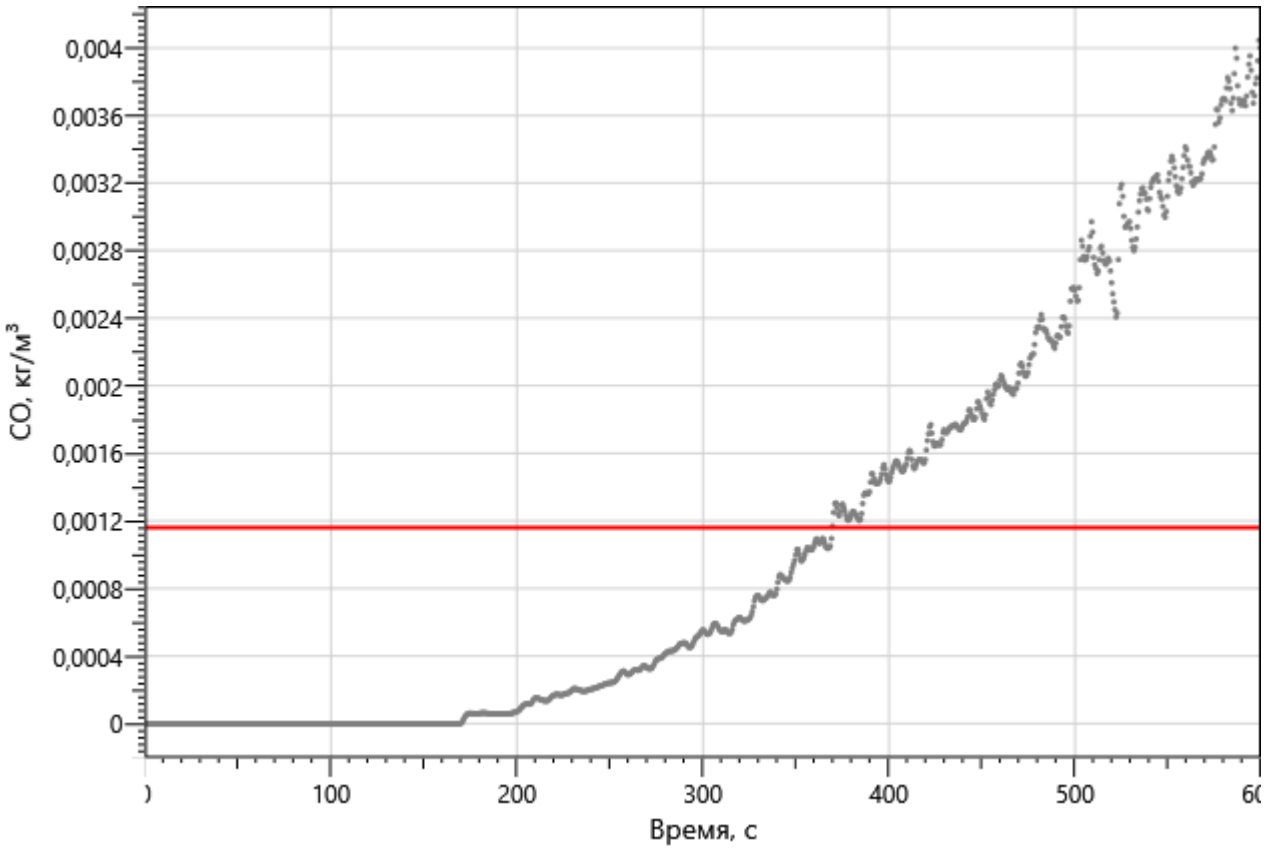


Рисунок 118 – Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

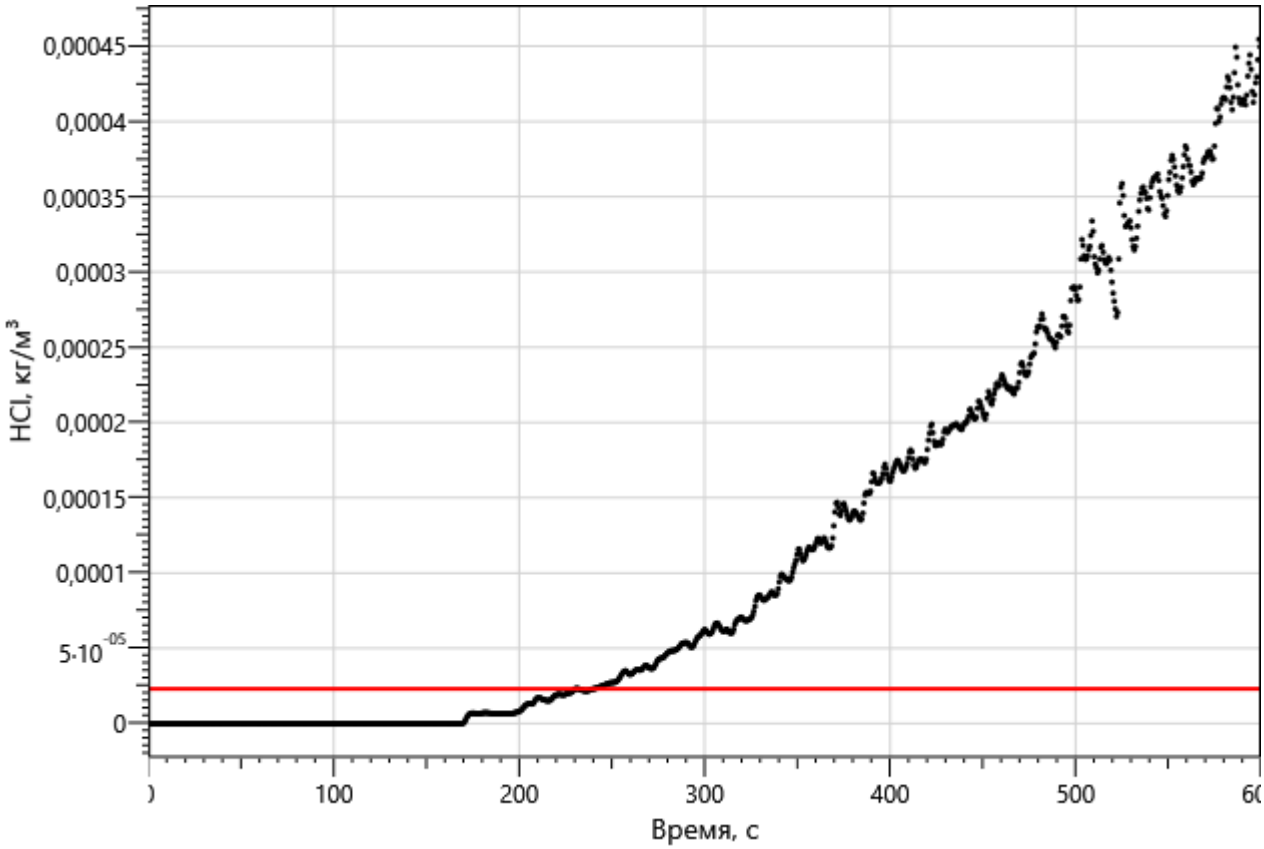


Рисунок 119 – Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

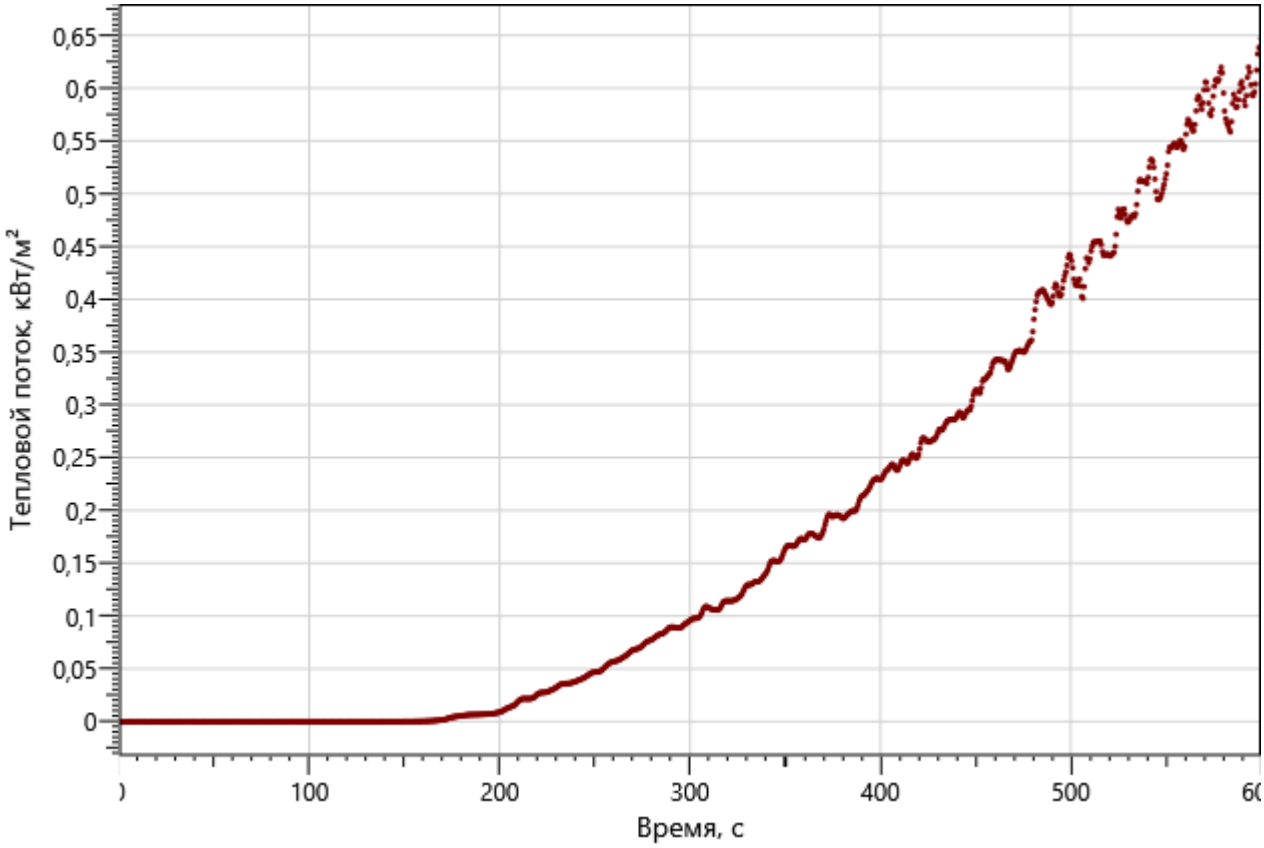


Рисунок 120 – Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

рт_10

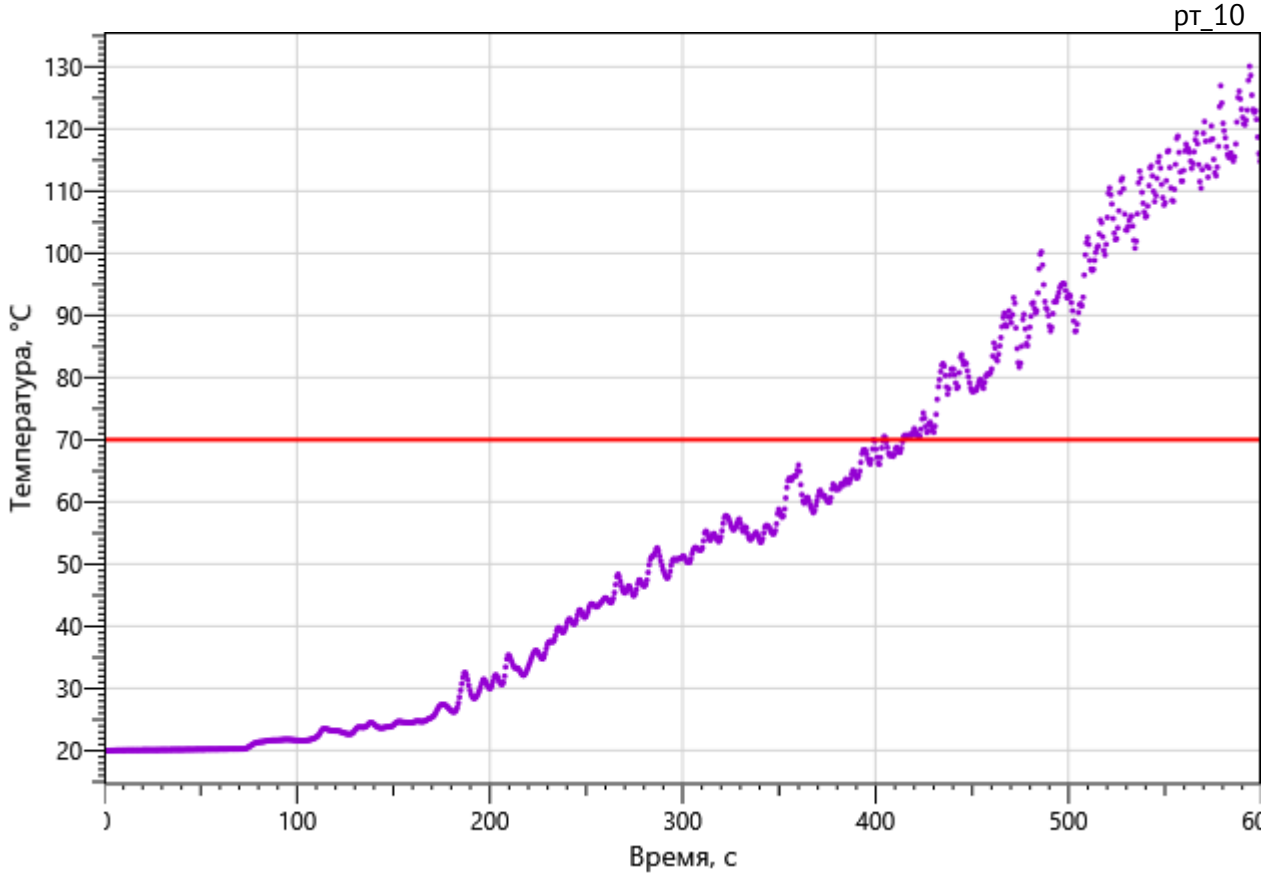


Рисунок 121 – Зависимость температуры от длительности пожара

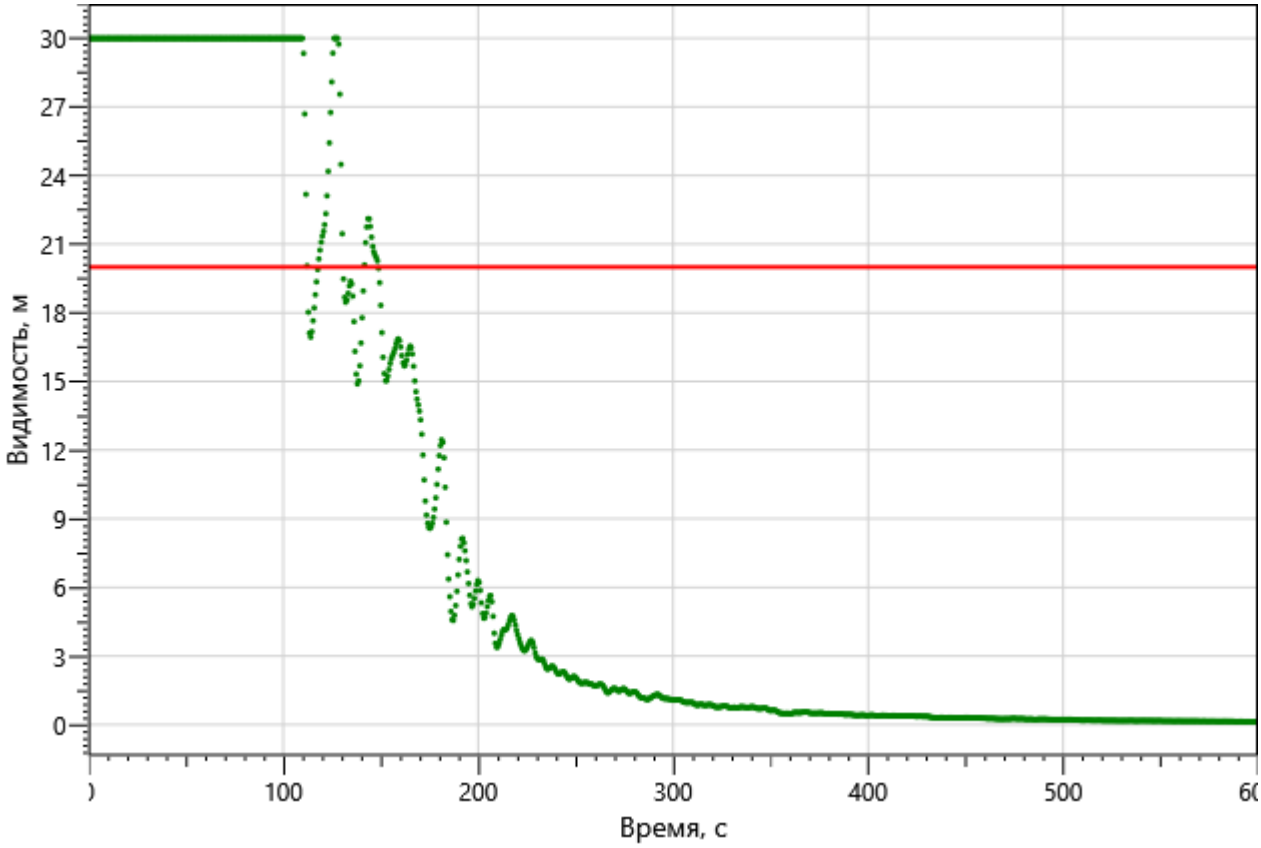


Рисунок 122 – Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

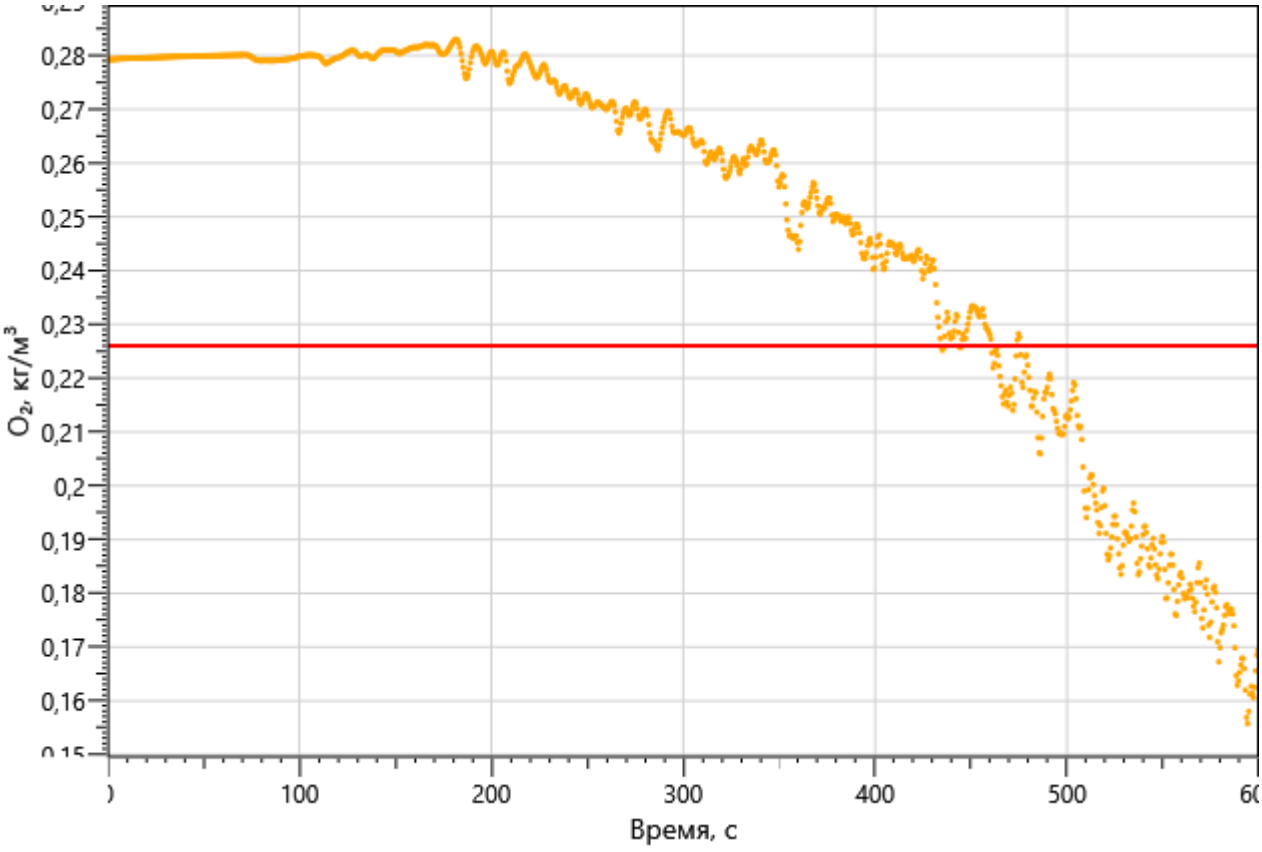


Рисунок 123 – Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

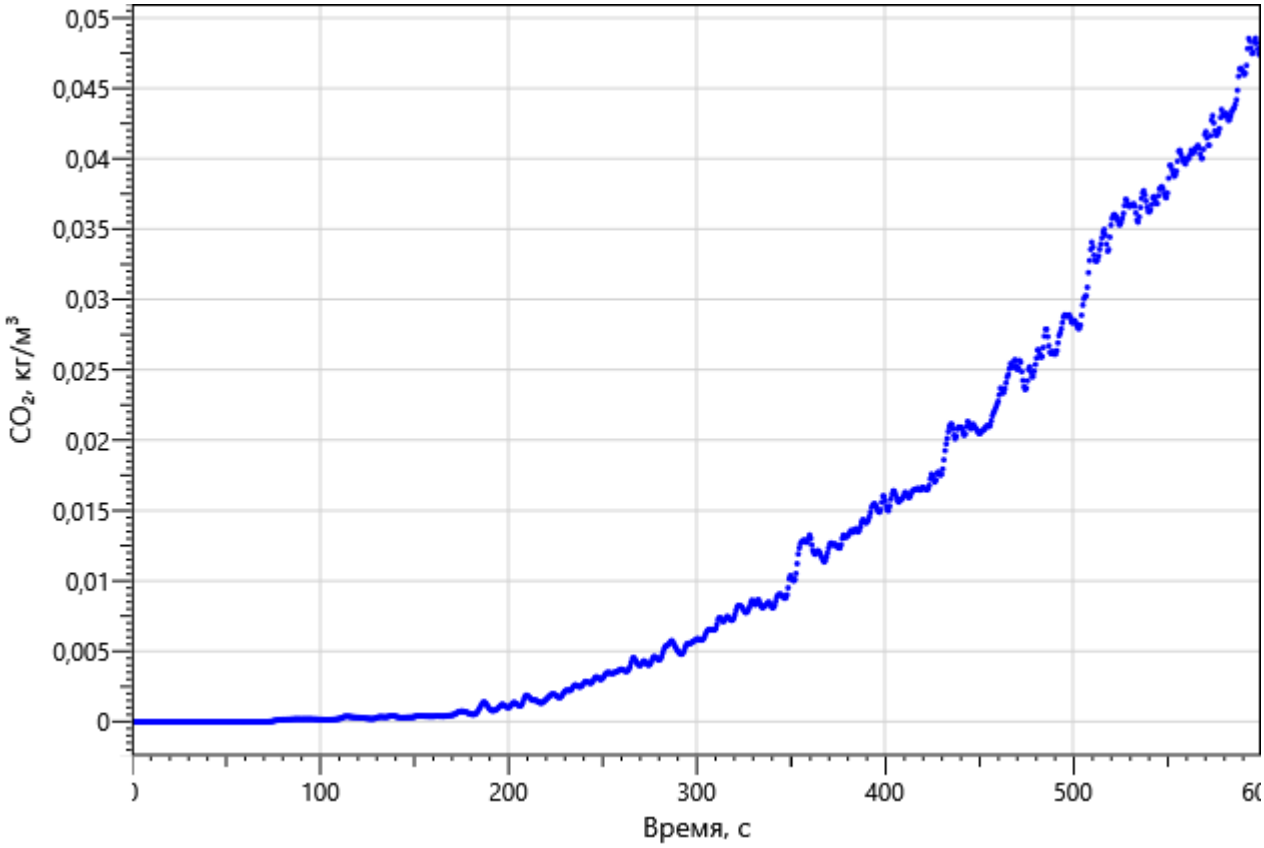


Рисунок 124 – Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

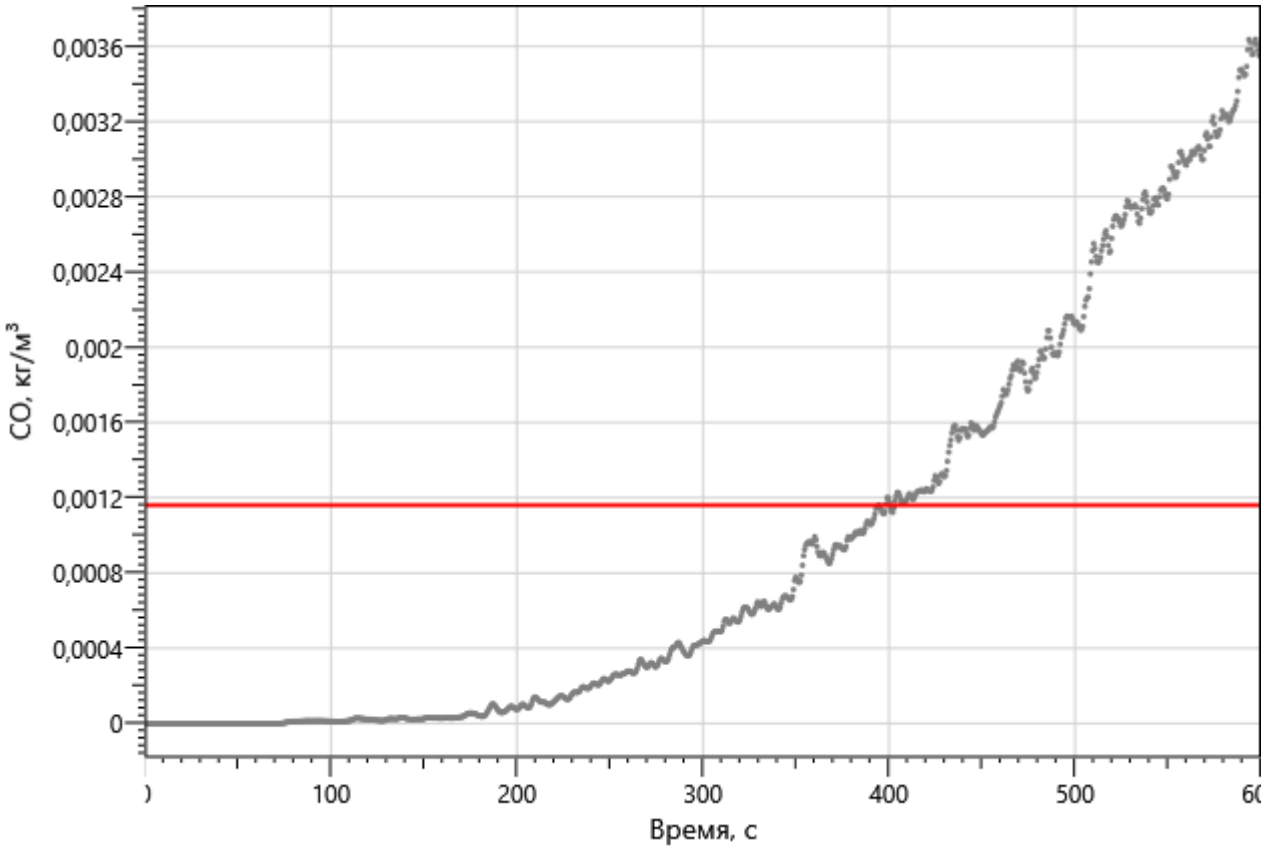


Рисунок 125 – Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

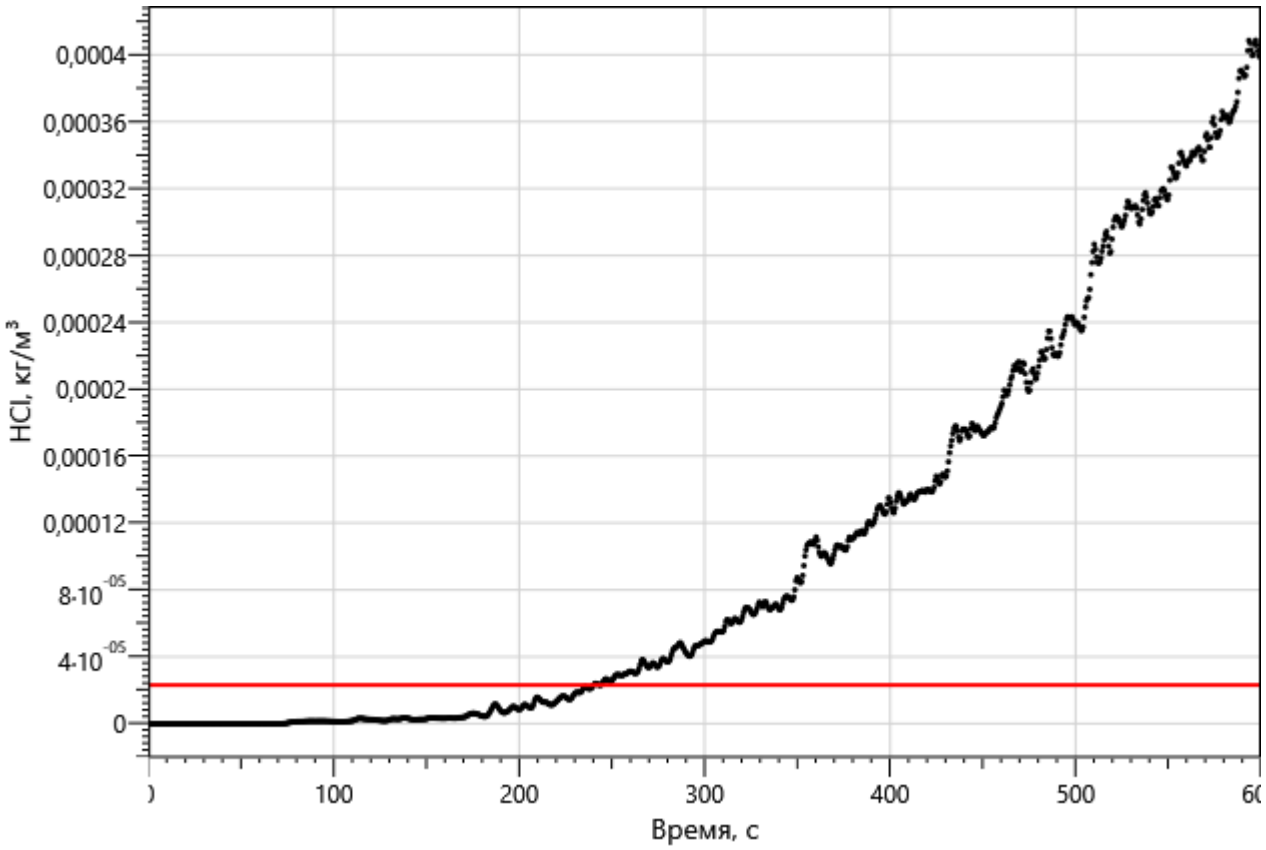


Рисунок 126 – Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

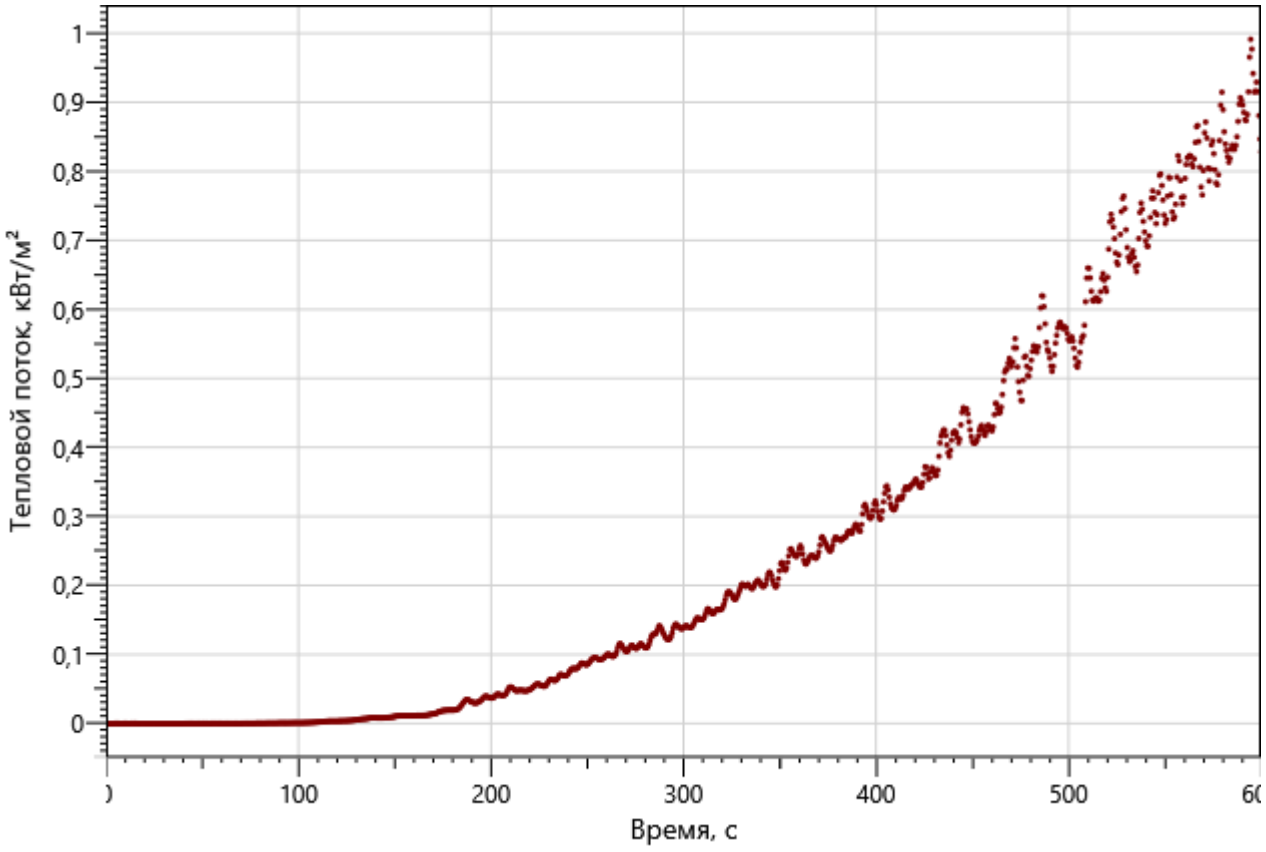


Рисунок 127 – Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

5.3.2 Определение вероятности эвакуации людей из здания при пожаре (сценарий №3)

Пожар происходит в помещении автостоянки на “минус” 1-м этаже. ОФП распространяются по помещению и за его пределы, при этом блокируют ближайшие эвакуационные выходы.

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

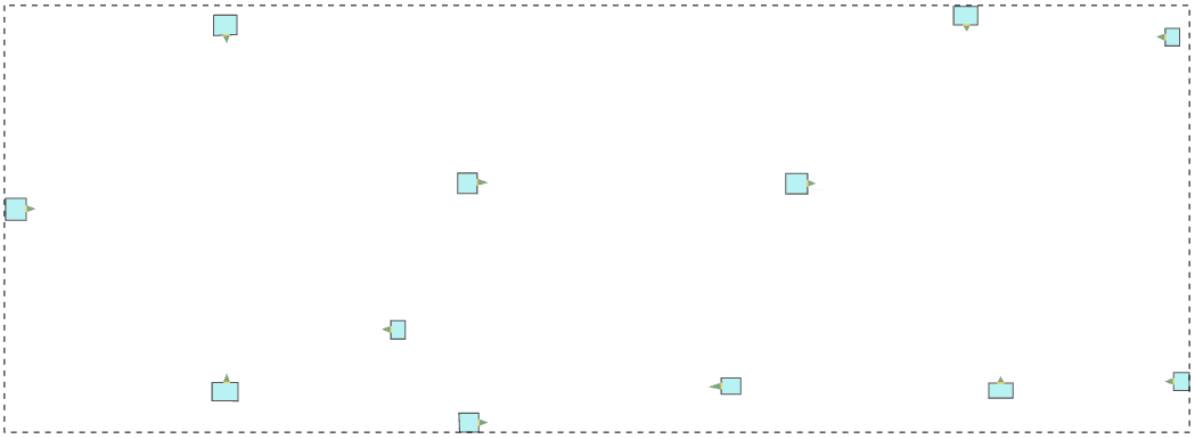


Рисунок 128 – Компьютерная модель 1-го этажа

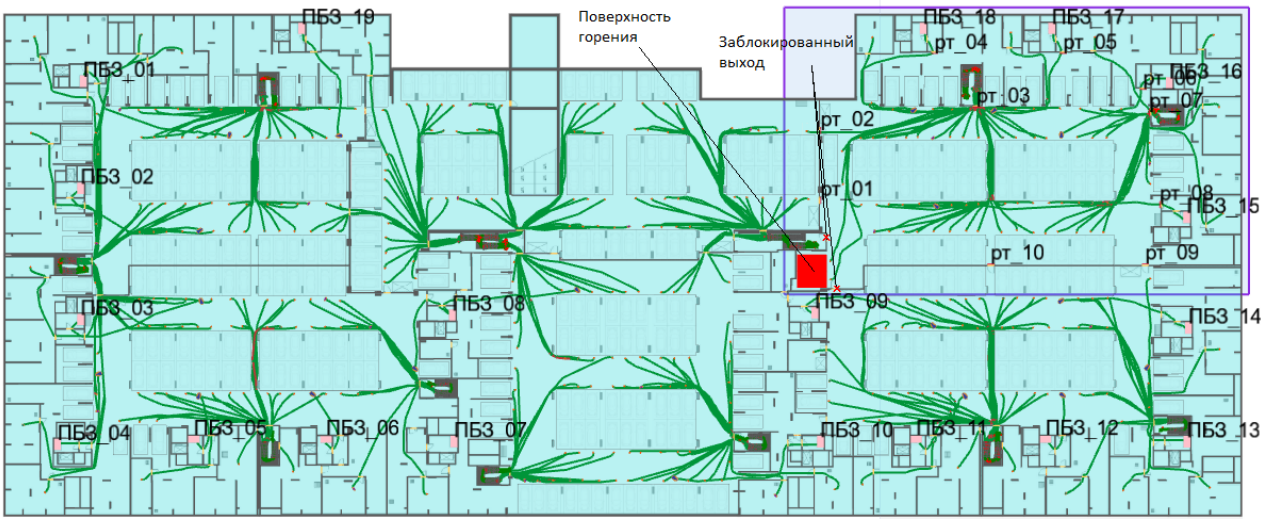


Рисунок 129 – План минус 1-го этажа и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации (расположение людей на момент начала эвакуации людей с этажа пожара)

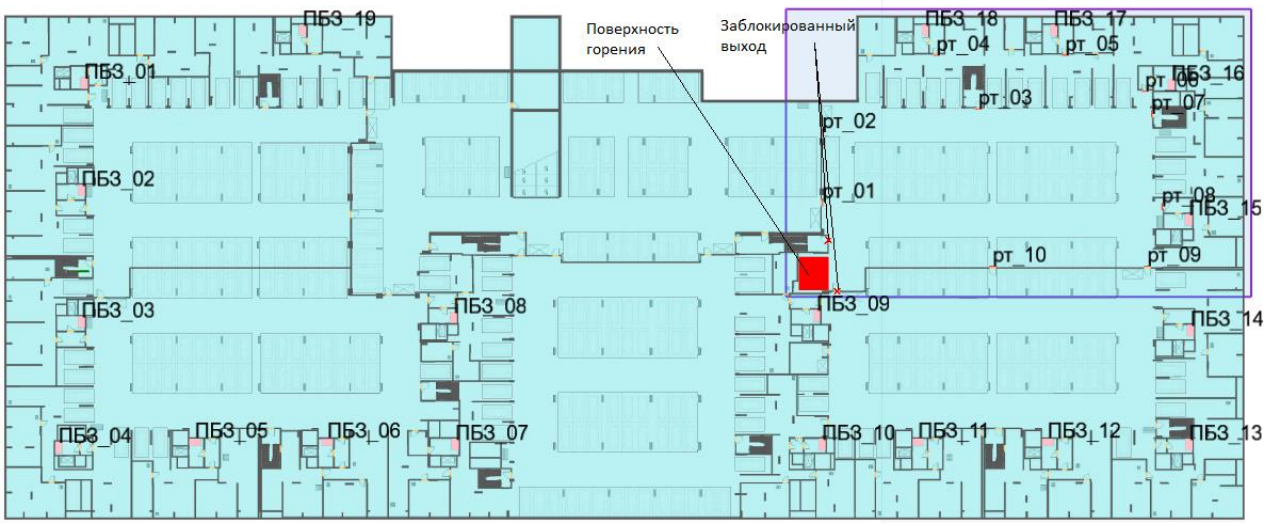


Рисунок 130 – План минус 1-го этажа и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации (расположение людей на момент полной эвакуации людей с части этажа пожара –1 мин.11 сек.)

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, м^2

Время начала эвакуации: $t_{НЭ} = 30$ с

Время эвакуации: $t_Э = t_{НЭ} + t_Р = 170{,}2$ с

Время существования скоплений: $t_{СК} = 17{,}2$ с

Общее количество людей: 408

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

– на “минус” 1 этаже: 351 взрослый человек в зимней одежде, 19 человек гр. М2, 19 человек гр. М3, 19 человек гр. М4.

Время эвакуации до эвакуационных выходов представлено в таблице ниже.

Таблица 29

Расположение	Наименование	Время первого, с	Время последнего, с	Количество людей
Этаж -1				
	ПБЗ_01	61,2	61,2	1
	ПБЗ_02	55,8	55,8	1
	ПБЗ_03	55,6	55,6	1
	ПБЗ_04	48,0	48,0	1
	ПБЗ_05	41,4	41,4	1
	ПБЗ_06	42,8	42,8	1
	ПБЗ_07	не используется	не используется	0
	ПБЗ_08	47,6	55,2	2
	ПБЗ_09	55,2	55,2	1
	ПБЗ_10	59,0	59,0	1
	ПБЗ_11	45,4	45,4	1
	ПБЗ_12	41,6	41,6	1
	ПБЗ_13	50,6	50,6	1
	ПБЗ_14	53,2	53,2	1
	ПБЗ_15	74,2	74,2	1
	ПБЗ_16	52,6	52,6	1

	ПБЗ_17	54,2	54,2	1
	ПБЗ_18	63,0	63,0	1
	ПБЗ_19	50,6	50,6	1
Этаж 1				
	Выход 1	42,4	105,2	34
	Выход 2	42,2	170,0	38
	Выход 3	44,8	104,6	27
	Выход 4	45,0	76,8	13
	Выход 5	42,4	125,4	62
	Выход 6	43,8	83,8	32
	Выход 7	44,0	122,6	43
	Выход 8	42,0	106,2	18
	Выход 9	43,8	101,6	23
	Выход 10	43,4	102,6	49
	Выход 11	52,2	80,6	19
	Выход 12	42,4	101,4	31

Время эвакуации через регистраторы представлено в таблице ниже.

Таблица 30

Расположение	**Наименование**	**Время первого, с**	**Время последнего, с**	**Количество людей**
Этаж -1				
Помещение 277	рт_01	не используется	не используется	0
	рт_02	31,4	31,4	1
	рт_03	32,4	63,2	49
	рт_04	59,0	59,0	1
	рт_05	50,2	50,2	1
	рт_06	47,2	47,2	1
	рт_07	33,4	71,4	23
	рт_08	69,2	69,2	1
	рт_09	не используется	не используется	0
	рт_10	не используется	не используется	0

Вероятность эвакуации представлена в таблице ниже.

Таблица 31

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 -1						
Помещение 277	рт_01	79,9	63,9	не используется	не используется	0,999
	рт_02	115,9	92,7	30,0	31,4	0,999
	рт_03	100,2	80,2	30,0	63,2	0,999
	рт_04	130,9	104,7	30,0	59,0	0,999
	рт_05	184,3	147,4	30,0	50,2	0,999
	рт_06	178,2	142,6	30,0	47,2	0,999
	рт_07	172,8	138,3	30,0	71,4	0,999
	рт_08	174,7	139,7	30,0	69,2	0,999
	рт_09	171,6	137,3	не используется	не используется	0,999

	рт_10	112,9	90,3	не используется	не используется	0,999

Результаты проведенных расчетов показывают, что максимальное расчетное время эвакуации с этажа пожара составит 1,19 мин. Время выхода из здания составляет 2,83 мин (Выход 2).

Максимальное время движения при плотности потока D больше 0,5 м^2/м^2 составляет 0,28 мин.

5.3.3 Определение вероятности эвакуации людей из здания при пожаре (сценарий №3)

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 32

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 №3					
рт_01	Не используется	Не используется	1,06	0,999	**Безопасно**
рт_02	0,50	0,52	1,54	0,999	**Безопасно**
рт_03	0,50	1,05	1,33	0,999	**Безопасно**
рт_04	0,50	0,98	1,74	0,999	**Безопасно**
рт_05	0,50	0,83	2,45	0,999	**Безопасно**
рт_06	0,50	0,78	2,37	0,999	**Безопасно**
рт_07	0,50	1,19	2,30	0,999	**Безопасно**
рт_08	0,50	1,15	2,32	0,999	**Безопасно**
рт_09	Не используется	Не используется	2,28	0,999	**Безопасно**
рт_10	Не используется	Не используется	1,50	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.

Предельно допустимое расстояние от наиболее удаленных мест с пребыванием маломобильных групп населения до эвакуационных выходов (дверей в зоны безопасности, выходов наружу) подтверждено расчетом пожарного риска. Эвакуация людей завершена до наступления предельно допустимых значений опасных факторов пожара (п. 6.2.25 СП 59.13330.2016).

5.3.4 Определение величины индивидуального пожарного риска (сценарий №3)

Частота возникновения пожаров в здании 4,00·10^{-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 людей в здании, определяемая из соотношения $P_{пр,i} = t_{функц,i} /24$, равна $P_{пр,i}=1$. При времени нахождения людей в помещениях подземной автостоянки 24 часа.

Вероятность эвакуации $P_Э$ рассчитывают по зависимости:

$$« P_э = \begin{cases} 0,999 \cdot \dfrac{0,8 \cdot t_{бл} - t_р}{t_{нэ}}, \text{ если } t_р < 0,8 \cdot t_{бл} < t_р + t_{нэ} \text{ и } t_{ск} \le 6 \text{ мин} \\ 0,999, \quad \text{если } t_р + t_{нэ} \le 0,8 \cdot t_{бл} \text{ и } t_{ск} \le 6 \text{ мин} \\ 0,000, \quad \text{если } t_р \ge 0,8 \cdot t_{бл} \text{ или } t_{ск} > 6 \text{ мин} \end{cases}$$

и равна $P_Э = 0,999$.

Расчетная величина индивидуального пожарного риска $Q_В$ рассчитывается по формуле:

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

$$Q_В = 0,04 \cdot (1 - 0,9) \cdot 1 \cdot (1 - 0,999) \cdot (1 - 0,8704) = 0,52 \cdot 10^{-6}$$

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

Таблица 33

№ сценария пожара	Вероятность присутствия и спасения людей	Вероятность возникновения пожара	Вероятность эвакуации	Соответствие систем противопожарной безопасности требованиям нормативных документов							Расчетная величина пожарного риска
				$R_{АПС}$	$R_{АУПТ}$	$R_{СОУЭ}$	$R_{ПДЗ}$	$R_{ФПС}$	$R_{Ф}$	$R_{ЭВ}$	
3 (подземная автостоянка)	$P_{пр,i}$ =1	$4,00 \cdot 10^{-2}$	0,999	0,8	0,9	0,8	0,8	-	-	-	$0,52 \cdot 10^{-6}$

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 помещениях подземной автостоянки $Q_в = 0,52 \cdot 10^{-6}$ менее нормативного значения индивидуального пожарного риска ($Q_{вн}=10^{-6}$), 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 пожарных рисков, установленных 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:

- Вероятность эвакуации людей составляет $P_э = 0,999$;
- Индивидуальный пожарный риск не превышает значения, установленного ФЗ №123 $(Q_B^H = 10^{-6})$:
  - $Q_B = 0,84 \cdot 10^{-6} < Q_B^H = 1 \cdot 10^{-6}$ - для жилых помещений;
  - $Q_B = 0,52 \cdot 10^{-6} < Q_B^H = 1 \cdot 10^{-6}$ - для помещения автостоянки.

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.

Поэтажные планы:

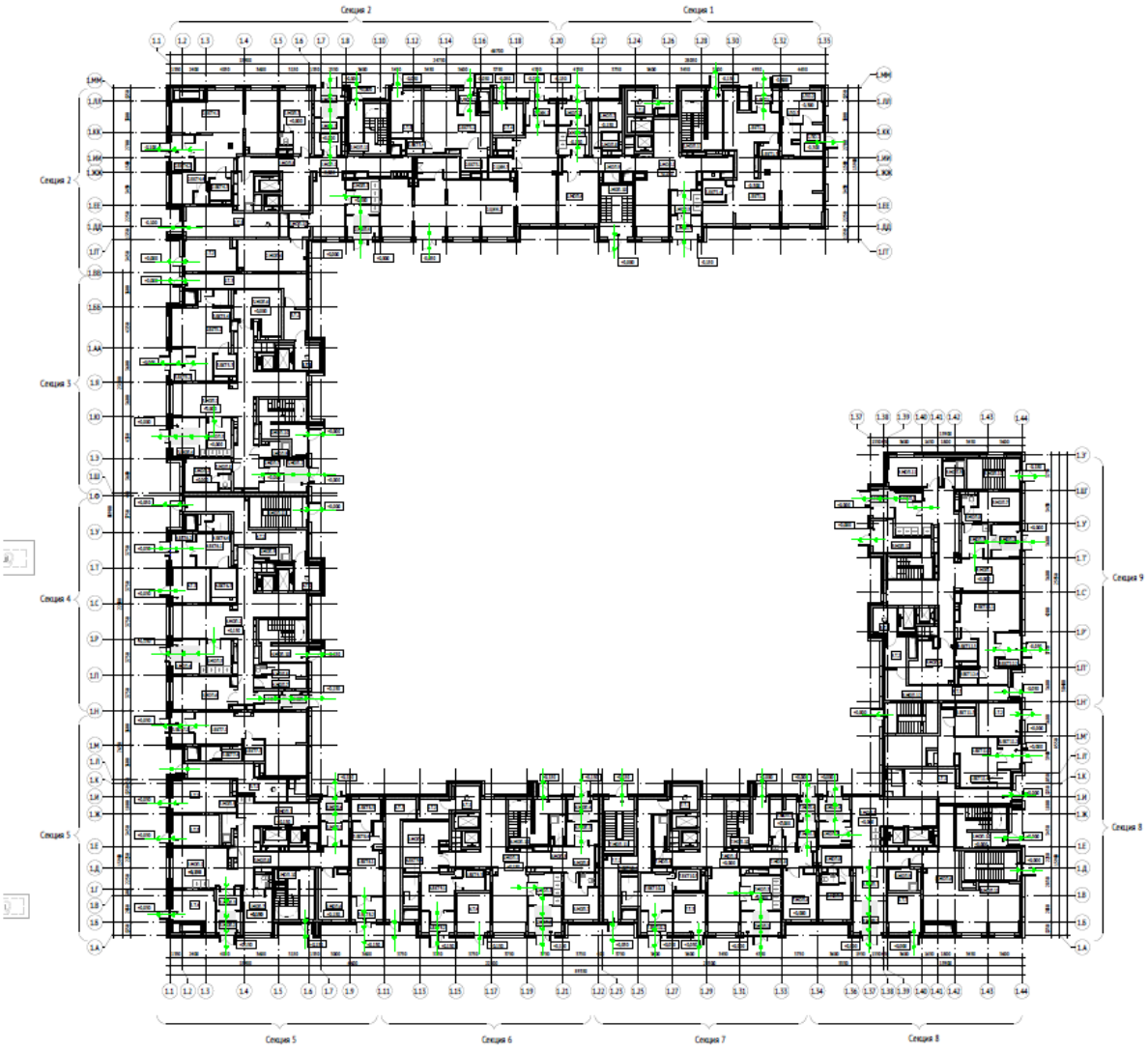


Рисунок: 131 – План 1-го этажа Корпуса 1

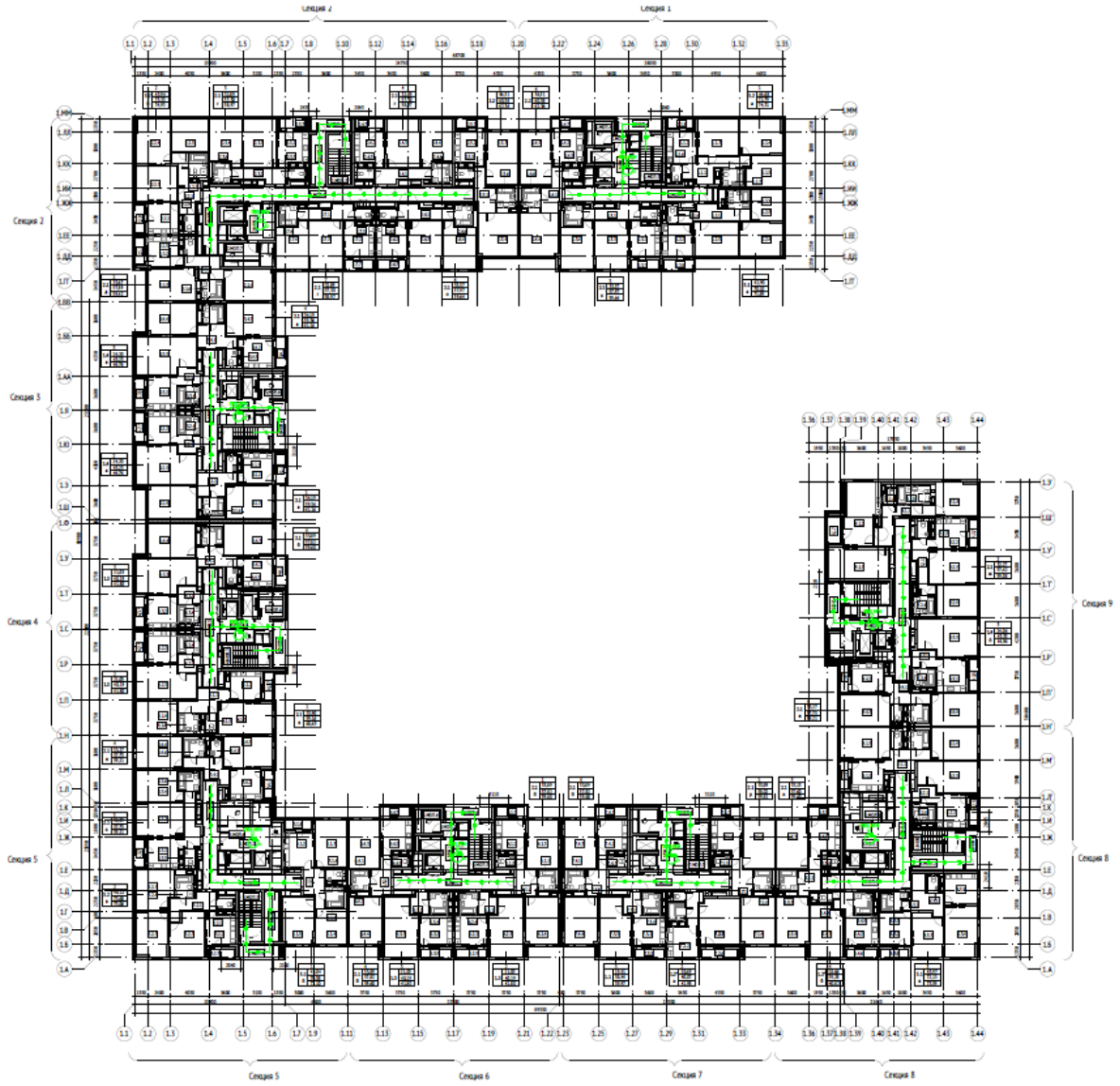


Рисунок: 132 – План 2-16-го этажа Корпуса 1

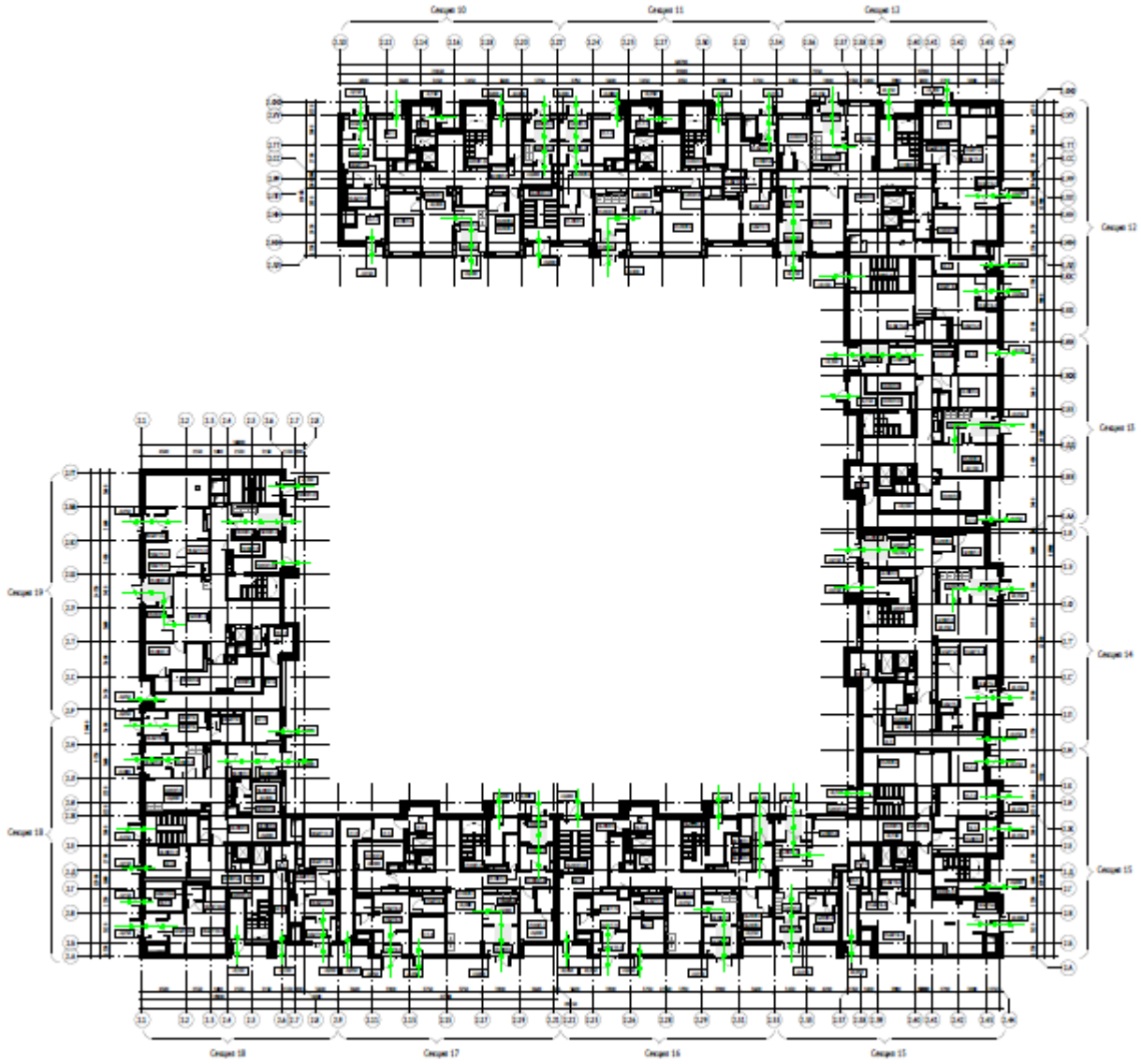


Рисунок: 133 – План 1-го этажа Корпуса 2

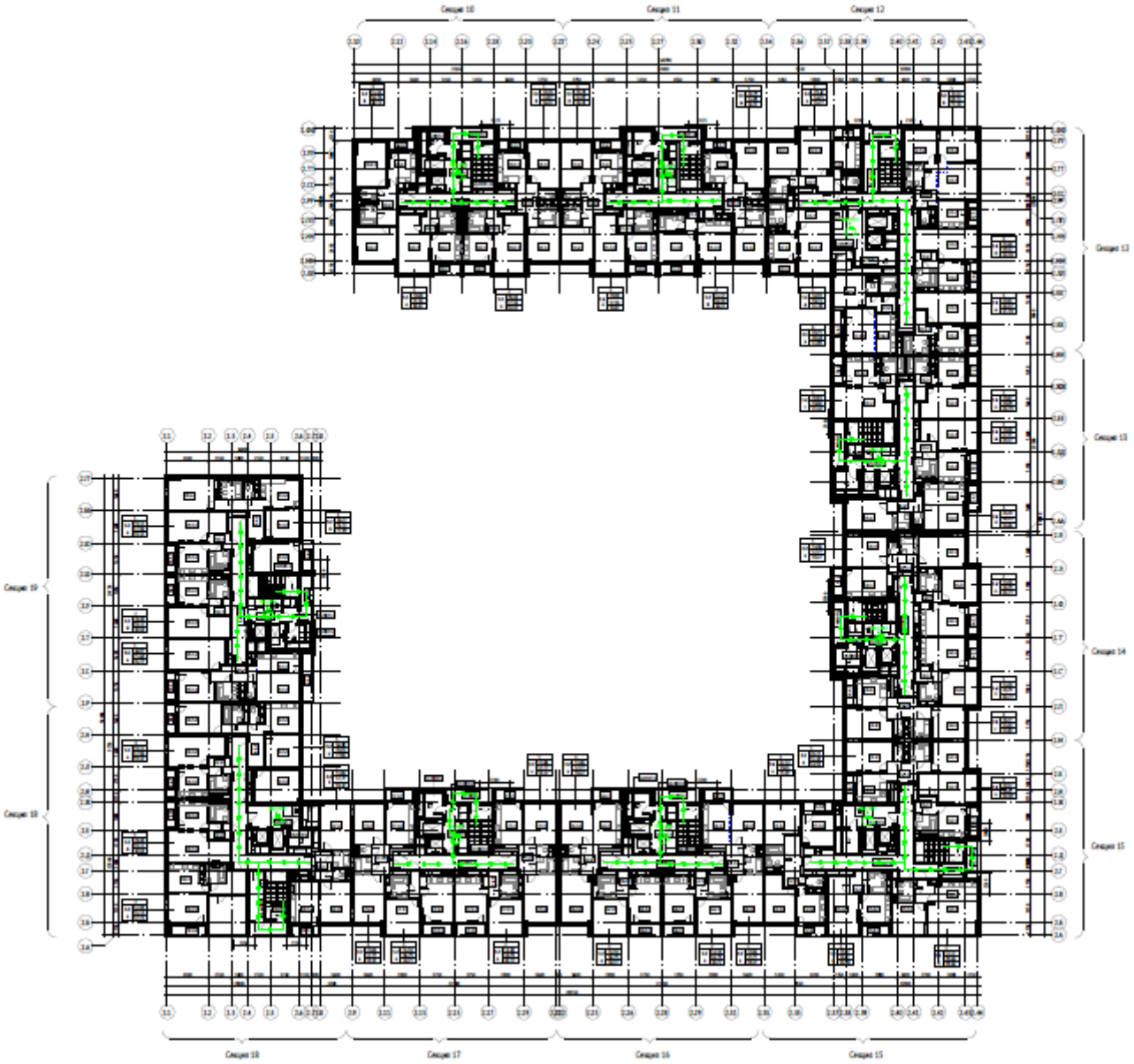


Рисунок: 134 – План 2-16-го этажа Корпуса 2

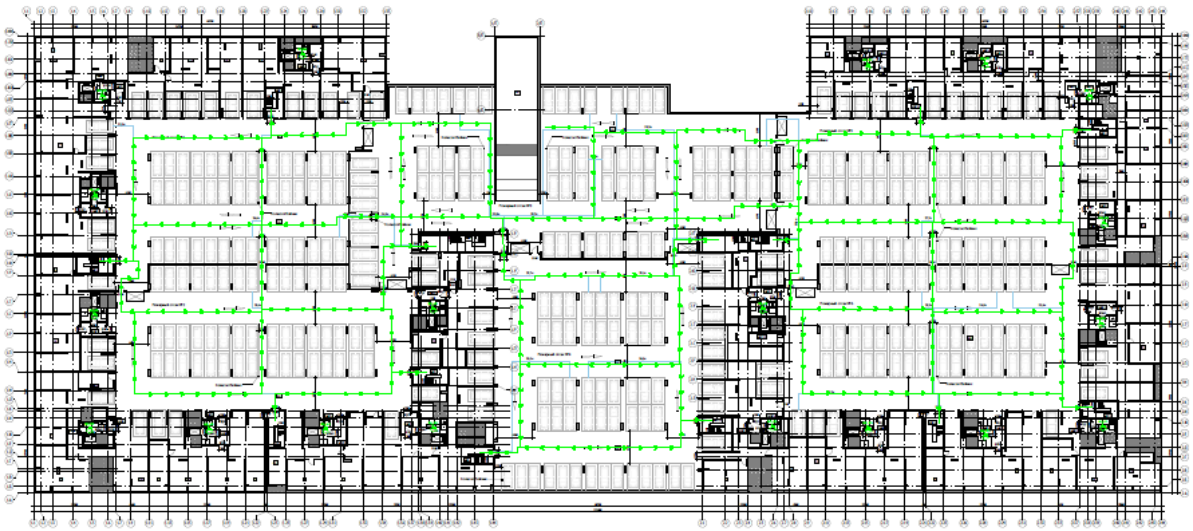


Рисунок: 135 – План “минус” 1-го этажа

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

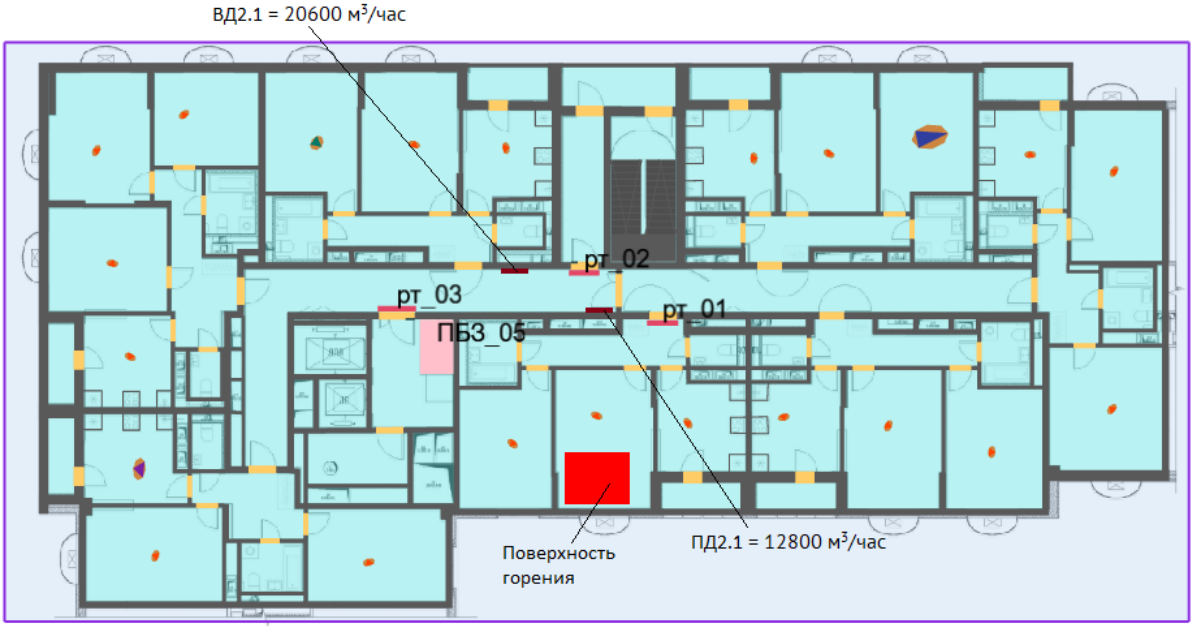


Рисунок: 136 – План 5-го этажа корпуса 1 секции 2 с указанием мест размещения дымоприемных устройств, а также мест размещения компенсационных притоков



Рисунок: 137 – План 10-го этажа корпуса 2 секции 18 с указанием мест размещения дымоприемных устройств, а также мест размещения компенсационных притоков

УТВЕРЖДЕНА
приказом Федеральной службы
по экологическому, технологическому
и атомному надзору
от 4 марта 2019 г. N 86

ВЫПИСКА ИЗ РЕЕСТРА ЧЛЕНОВ САМОРЕГУЛИРУЕМОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

«21» июня 2022 г. № 00000000000000000000002197

Ассоциация проектировщиков саморегулируемая организация «Объединение проектных организаций «ЭкспертПроект»

(Ассоциация СРО «ЭкспертПроект»)

СРО, основанные на членстве лиц, осуществляющих **подготовку проектной документации**

107078, г. Москва, пер. Орликов, д. 4, этаж 2, помещение 1, комната 7., http://сропроект.рф, infosro@asoproekt.ru

Регистрационный номер в государственном реестре саморегулируемых организаций

СРО-П-182-02042013

выдана Обществу с ограниченной ответственностью «Ф-метрикс»

Наименование	Сведения
1. Сведения о члене саморегулируемой организации:	
1.1. Полное и (в случае, если имеется) сокращенное наименование юридического лица или фамилия, имя, (в случае, если имеется) отчество индивидуального предпринимателя	Общество с ограниченной ответственностью «Ф-метрикс» (ООО «Ф-метрикс»)
1.2. Идентификационный номер налогоплательщика (ИНН)	7734402034
1.3. Основной государственный регистрационный номер (ОГРН) или основной государственный регистрационный номер индивидуального предпринимателя (ОГРНИП)	1177746337460
1.4. Адрес места нахождения юридического лица	125167, г. Москва, ул. 8 марта 4-я, д. 6А, пом. X, ком. 5
1.5. Место фактического осуществления деятельности (только для индивидуального предпринимателя)	---
2. Сведения о членстве индивидуального предпринимателя или юридического лица в саморегулируемой организации:	
2.1. Регистрационный номер члена в реестре членов саморегулируемой организации	386
2.2. Дата регистрации юридического лица или индивидуального предпринимателя в реестре членов саморегулируемой организации (число, месяц, год)	17 апреля 2017 г.
2.3. Дата (число, месяц, год) и номер решения о приеме в члены саморегулируемой организации	17 апреля 2017 г., №112
2.4. Дата вступления в силу решения о приеме в члены саморегулируемой организации (число, месяц, год)	17 апреля 2017 г.
2.5. Дата прекращения членства в саморегулируемой организации (число, месяц, год)	---
2.6. Основания прекращения членства в саморегулируемой организации	---
3. Сведения о наличии у члена саморегулируемой организации права выполнения работ:	
3.1. Дата, с которой член саморегулируемой организации имеет право выполнять инженерные изыскания, осуществлять **подготовку проектной документации**, строительство, реконструкцию, капитальный ремонт, снос объектов капитального строительства по договору подряда на выполнение инженерных изысканий, **подготовку проектной документации**, по договору строительного подряда, по договору подряда на осуществление сноса (нужное выделить):	

Наименование	Сведения

в отношении объектов капитального строительства (кроме особо опасных, технически сложных и уникальных объектов, объектов использования атомной энергии)	в отношении особо опасных, технически сложных и уникальных объектов капитального строительства (кроме объектов использования атомной энергии)	в отношении объектов использования атомной энергии
6 июля 2017 г.	6 июля 2017 г.	---

3.2. Сведения об уровне ответственности члена саморегулируемой организации по обязательствам по договору подряда на выполнение инженерных изысканий, **подготовку проектной документации**, по договору строительного подряда, по договору подряда на осуществление сноса, и стоимости работ по одному договору, в соответствии с которым указанным членом внесен взнос в компенсационный фонд возмещения вреда (нужное выделить):

а) первый	Есть	стоимость работ по договору не превышает 25 000 000 рублей
б) второй	---	стоимость работ по договору не превышает 50 000 000 рублей
в) третий	---	стоимость работ по договору не превышает 300 000 000 рублей
г) четвертый	---	стоимость работ по договору составляет 300 000 000 рублей и более
д) пятый	---	---
е) простой	---	---

3.3. Сведения об уровне ответственности члена саморегулируемой организации по обязательствам по договору подряда на выполнение инженерных изысканий, **подготовку проектной документации**, по договору строительного подряда, по договору подряда на осуществление сноса, заключенным с использованием конкурентных способов заключения договоров, и предельному размеру обязательств по таким договорам, в соответствии с которым указанным членом внесен взнос в компенсационный фонд обеспечения договорных обязательств (нужное выделить):

а) первый	Есть	предельный размер обязательств по договорам не превышает 25 000 000 рублей
б) второй	---	предельный размер обязательств по договорам не превышает 50 000 000 рублей
в) третий	---	предельный размер обязательств по договорам не превышает 300 000 000 рублей
г) четвертый	---	предельный размер обязательств по договорам составляет 300 000 000 рублей и более
д) пятый	---	---

4. Сведения о приостановлении права выполнять инженерные изыскания, осуществлять **подготовку проектной документации**, строительство, реконструкцию, капитальный ремонт, снос объектов капитального строительства:

4.1. Дата, с которой приостановлено право выполнения работ (число, месяц, год)	---
4.2. Срок, на который приостановлено право выполнения работ	---

Генеральный директор _____ М.Ф. Гамов
(подпись)

М.П.