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

Застройщик – Московский фонд реновации жилой застройки
(№17-0121-ОК-1 от 13.04.2021 г.)

Строительство объектов в соответствии с проектом планировки территории по адресу: Сиреневый бульвар, вл. 4 района Измайлово города Москвы

Жилой дом с приспособлением подземной автостоянки под защитное сооружение гражданской обороны - "укрытие" (ЗСГО) с инженерными сетями и благоустройством территории по адресу: г. Москва, внутригородское муниципальное образование Измайлово, бульвар Сиреневый, земельный участок 4/4 (Сиреневый б-р, вл. 4, з/у 4) (Восточный административный округ)

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Раздел 9. Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Часть 2. Отчет по результатам расчета по оценке пожарного риска

17-0121-ОК-1-П-МОПБ2

Том 9.2

2024

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

Застройщик – Московский фонд реновации жилой застройки
(№17-0121-ОК-1 от 13.04.2021 г.)

Строительство объектов в соответствии с проектом планировки территории по адресу: Сиреневый бульвар, вл. 4 района Измайлово города Москвы

Жилой дом с приспособлением подземной автостоянки под защитное сооружение гражданской обороны - "укрытие" (ЗСГО) с инженерными сетями и благоустройством территории по адресу: г. Москва, внутригородское муниципальное образование Измайлово, бульвар Сиреневый, земельный участок 4/4 (Сиреневый б-р, вл. 4, з/у 4) (Восточный административный округ)

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Раздел 9. Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Часть 2. Отчет по результатам расчета по оценке пожарного риска

17-0121-ОК-1-П-МОПБ2

Том 9.2

Уполномоченное лицо
по доверенности № 2-649 от 12.12.2024 г.
Главный инженер проекта
ООО "Генеральный подрядчик - МФС" Н.А. Вайсертригер

Главный инженер проекта Н.А. Вайсертригер

19.12.2024

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, внутригородское муниципальное образование Измайлово, бульвар Сиреневый, земельный участок 4/4 (Сиреневый б-р, вл.4, з/у 4) (Восточный административный округ)



Раздел 9. Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.
Часть 2. Отчёт по результатам расчета по оценке пожарного риска.

17-0121-ОК-1-П-МОПБ2
Том 9.2

СРО Ассоциация "Проектировщики Оборонного и Энергетического Комплексов", регистрационный номер П-060-007725825428-0838, дата внесения в реестр 19 июля 2022 г.

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, внутригородское муниципальное образование Измайлово, бульвар Сиреневый, земельный участок 4/4 (Сиреневый б-р, вл.4, з/у 4) (Восточный административный округ)

Раздел 9. Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности. Часть 2. Отчёт по результатам расчета по оценке пожарного риска.

17-0121-ОК-1-П-МОПБ2
Том 9.2

Заместитель генерального директора по системным проектам — Зорин М.М.

Главный инженер проекта — Першин Н.Н.

2024 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

УТВЕРЖДЕНО
Генеральный директор
ООО «Ф-метрикс»
_____ В.В. Кривошеев
07 февраля 2025 года

СОГЛАСОВАНО
Генеральный директор
ООО «Проектное бюро АПЕКС»
_____ Ю.М. Матвеев
07 февраля 2025 года

Жилой дом с приспособлением подземной автостоянки под защитное сооружение гражданской обороны - «укрытие» (ЗГСО) с инженерными сетями и благоустройством территории по адресу: г. Москва, район Измайлово, бульвар Сиреневый, земельный участок 4/4 (Восточный административный округ)

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Раздел 9. Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Часть 2. Отчет по результатам расчета по оценке пожарного риска

17-0121-ОК-П-1-МОПБ2

Том 9.2

Разработчик _____ Лада Д. А.

Москва 2025 г.

Содержание тома

Обозначение	Наименование	Примечание
Текстовая часть		
17-0121-ОК-П-1-МОПБ2.С	Содержание тома	
17-0121-ОК-П-1-МОПБ2.СП	Состав проекта	
17-0121-ОК-П-1-МОПБ2.ПЗ	Пояснительная записка	
Графическая часть		
	Выписка СРО	

Согласовано

Инв. № подл.

Подп. И дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата
Разработал		Лада			02.25
Проверил		Минченко			02.25
Н. контр.		Генинг			02.25

17-0121-ОК-П-1-МОПБ2.С

Содержание тома

Стадия	Лист	Листов
П	1	1

ООО «Ф-метрикс»

Состав проекта

Состав по разработке проектной документации объекта: Жилой дом с приспособлением подземной автостоянки под защитное сооружение гражданской обороны – «укрытие» (ЗГСО) с инженерными сетями и благоустройством территории по адресу: г. Москва, район Измайлово, бульвар Сиреневый, земельный участок 4/4 (Восточный административный округ)

Состав проекта см. том 17-0121-ОК-1-П-ПЗ1

Согласовано

Инв. № подл. | Подп. И дата | Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата	17-0121-ОК-П-1-МОПБ2.СП		
Разработал		Лада			02.25	Состав проекта	Стадия	Лист	Листов
Проверил		Минченко			02.25		П	1	1
Н. контр.		Генинг			02.25		ООО «Ф-метрикс»		

Содержание

1. Наименование и адрес объекта защиты 3
1.1. Вводная часть 3
1.2. Построение полей опасных факторов пожара 4
2. Анализ пожарной опасности объекта защиты 5
2.1. Описание объекта защиты 5
2.2. Основание для проведения расчета пожарного риска. 6
2.3. Перечень рассматриваемых сценариев развития пожара 6
3. Исходные данные для проведения расчета по оценке пожарного риска 7
3.1. Характеристика объекта защиты 7
3.2. Сведения о наличии систем пожарной сигнализации, автоматических установок пожаротушения, систем противодымной защиты, системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре и соответствии указанных систем требованиям нормативных документов по пожарной безопасности (их работоспособности) 9
3.3. Сведения о количестве и размещении людей на объекте, в том числе относящихся к маломобильным и немобильным группам населения 9
3.4. Описание принятых сценариев (сценария) пожара 9
3.4.1. Сценарий №1 (Автостоянка) 9
3.4.2. Сценарий №2 (Секция 1) 10
3.4.3. Сценарий №3 (Секция 3) 10
3.4.4. Сценарий №4 (Секция 5) 11
3.4.5. Сценарий №5 (Секция 6) 11
3.4.6. Сценарий №6 (Помещение БКТ) 12
3.5. Описание параметров системы противодымной защиты (места размещения дымоприемных устройств и их расходы, места размещения компенсационных притоков и их расходы) 13
3.6. Наличие или отсутствие автоматических установок пожаротушения в помещении очага пожара 13
3.7. Используемый в расчете метод математического моделирования пожара 14
3.7.1. Описание полевого метода моделирования пожара в здании 14
4. Наименование использованной методики расчета по оценке пожарного риска 15
4.1. Порядок определения времени блокирования путей эвакуации 15
4.2. Оценка последствий воздействия опасных факторов пожара на людей для различных сценариев его развития 15
4.3. Выбор модели эвакуации людей 15
4.4. Описание модели эвакуации людей 15
4.5. Эвакуация из мест начального размещения людских потоков 17
4.6. Составление расчетных схем и определение расчетного времени эвакуации людей 20
4.7. Расчет вероятной эвакуации людей 20
4.8. Расчет величины индивидуального пожарного риска 21
4.9. Определение частоты реализации пожароопасных ситуаций 22
5. Значения расчетных величин пожарного риска для объекта защиты 23
5.1. Сценарий №1 (Автостоянка) 23
5.1.1. Расчет времени блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара (сценарий №1) 23
5.1.2. Определение расчетного времени эвакуации людей из здания (сценарий №1) 56

Согласовано

Инв. № подл. | Подп. и дата | Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата
Разработал		Лада			02.25
Проверил		Минченко			02.25
Н. контр.		Генинг			02.25

17-0121-ОК-П-1-МОПБ2.ПЗ

Пояснительная записка

Стадия	Лист	Листов
П	1	227

ООО «Ф-метрикс»

5.1.3. Определение вероятности эвакуации людей из здания при пожаре (сценарий №1) 59
5.1.4. Определение величины индивидуального пожарного риска (сценарий №1) 60
5.2. Сценарий №2 (Секция 1) 62
5.2.1. Расчет времени блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара (сценарий №2) 62
5.2.2. Определение расчетного времени эвакуации людей из здания (сценарий №2) 89
5.2.3. Определение вероятности эвакуации людей из здания при пожаре (сценарий №2) 92
5.2.4. Определение величины индивидуального пожарного риска (сценарий №2) 93
5.3. Сценарий №3 (Секция 3) 95
5.3.1. Расчет времени блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара (сценарий №3) 95
5.3.2. Определение расчетного времени эвакуации людей из здания (сценарий №3) 128
5.3.3. Определение вероятности эвакуации людей из здания при пожаре (сценарий №3) 131
5.3.4. Определение величины индивидуального пожарного риска (сценарий №3) 132
5.4. Сценарий №4 (Секция 5) 134
5.4.1. Расчет времени блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара (сценарий №4) 134
5.4.2. Определение расчетного времени эвакуации людей из здания (сценарий №4) 164
5.4.3. Определение вероятности эвакуации людей из здания при пожаре (сценарий №4) 166
5.4.4. Определение величины индивидуального пожарного риска (сценарий №4) 167
5.5. Сценарий №5 (Секция 6) 169
5.5.1. Расчет времени блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара (сценарий №5) 169
5.5.2. Определение расчетного времени эвакуации людей из здания (сценарий №5) 191
5.5.3. Определение вероятности эвакуации людей из здания при пожаре (сценарий №5) 193
5.5.4. Определение величины индивидуального пожарного риска (сценарий №5) 194
5.6. Сценарий №6 (Помещение БКТ) 196
5.6.1. Расчет времени блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара (сценарий №6) 196
5.6.2. Определение расчетного времени эвакуации людей из здания (сценарий №6) 214
5.6.3. Определение вероятности эвакуации людей из здания при пожаре (сценарий №6) 216
5.6.4. Определение величины индивидуального пожарного риска (сценарий №6) 216
6. Вывод о соответствии или несоответствии расчетных величин пожарного риска соответствующим нормативным значениям пожарных рисков, установленным Федеральным законом "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" 218

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» (ЗГСО) с инженерными сетями и благоустройством территории по адресу: г. Москва, район Измайлово, бульвар Сиреневый, земельный участок 4/4 (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 в полном объеме требований пожарной безопасности, установленных настоящим Федеральным законом, а также одного из следующих условий:

- выполнены требования пожарной безопасности, содержащиеся в нормативных документах по пожарной безопасности, указанных в пункте 1 части 3 статьи 4 настоящего Федерального закона;
- пожарный риск не превышает допустимых значений, установленных настоящим Федеральным законом;
- выполнены требования пожарной безопасности, содержащиеся в специальных технических условиях, отражающих специфику обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений и содержащих комплекс необходимых инженерно-технических и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности, согласованных в порядке, установленном федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным на решение задач в области пожарной безопасности;
- выполнены требования пожарной безопасности, содержащиеся в стандарте организации, который согласован в порядке, установленном федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным на решение задач в области пожарной безопасности;
- результаты исследований, расчетов и (или) испытаний подтверждают обеспечение пожарной безопасности объекта защиты в соответствии с частью 7 настоящей статьи.

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

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

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

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

Расчет по оценке пожарного риска проводится в соответствии с Правилами проведения расчетов по оценке пожарного риска, утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации от 22 июля 2020 года №1084 «О порядке проведения расчетов по оценке пожарного риска» и оформляется в виде отчета.

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

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

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

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

1.2. Построение полей опасных факторов пожара

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

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

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

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

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

в помещениях, характеризующихся присутствием наибольшего количества людей;

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

сопровождающиеся распространением ОФП через обычные лестничные клетки;

в помещениях и системах помещений атриумного типа;

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

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

2. Анализ пожарной опасности объекта защиты

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

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

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

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

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

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

2.1. Описание объекта защиты

Проектом предусматривается строительство жилого здания, в том числе три монолитных жилых корпуса, состоящих из 1-10-18-23 этажных секций - корпус 1, из 1-24 этажной секции корпуса 2 и 1-15-24 этажных секций в корпусе 3 + техническое пространство над жилыми этажами. Комплекс имеет один подземный этаж с размещением в нем автостоянки, технических помещений и объекта «Укрытие». Проектируемое жилое здание представляет прямоугольный в плане объем, сформированный из трех корпусов.

Корпус №1 представляет Г-образный в плане объем. Корпус состоит из четырех секций 18-10-10-23 этажей с одноэтажными пристройками под помещения БКТ.

Корпус №2 представляет прямоугольный в плане объем. Корпус состоит из одной 24 этажной секции с одноэтажными пристройками под помещения БКТ.

Корпус №3 представляет прямоугольный в плане объем. Корпус состоит из двух секций 15 и 24 этажей с одноэтажными пристройками под помещения БКТ.

Автостоянки временного хранения автомобилей (в том числе для МГН) расположены на территории жилой застройки.

В состав Объекта входят помещения различного класса функциональной пожарной опасности в соответствии с требованиями ст.32 №123-ФЗ, класс функциональной пожарной опасности помещений приведён в Таблице 1.

Таблица 1

№ п/п	Наименование помещения	Класс функциональной пожарной опасности
1.	Жилые квартиры	Ф 1.3
2.	Помещения административного назначения (офисы)	Ф 4.3
3.	Технические помещения	Ф 5.1

4.	Автостоянка (в том числе рампа), без технического обслуживания и ремонта автомобилей	Ф 5.2
5.	Кладовые помещения	Ф 5.2

Время функционирования объекта защиты – 24 часа.

Описание состава систем противопожарной защиты:

- система пожарной сигнализации;
- система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре 1-3-го типа;
- система противодымной вентиляции;
- система автоматического пожаротушения.

2.2. Основание для проведения расчета пожарного риска.

Проведение расчетов по определению величины пожарного риска обусловлено необходимостью подтверждения обеспечения на объекте защиты нормативного значения пожарного риска при принятых объемно-планировочных решениях. При проведении расчетов учитывался пункт 5.2 СТУ.

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 помещении автостоянки на -1-м этаже. ОФП распространяются по помещению и за его пределы, при этом блокируют ближайший эвакуационный выход, ведущий на лестничную клетку;

– пожар происходит в жилой комнате на 15-м этаже секции 1. ОФП распространяются по помещению и за его пределы, при этом создают угрозу блокирования эвакуационного выхода, ведущего на лестничную клетку и ПБЗ;

– пожар происходит в жилой квартире на 3-м этаже секции 3. ОФП распространяются по помещению и за его пределы, при этом создают угрозу блокирования эвакуационного выхода, ведущего на лестничную клетку и ПБЗ;

– пожар происходит в жилой квартире на 20-м этаже секции 5. ОФП распространяются по помещению и за его пределы, при этом создают угрозу блокирования эвакуационного выхода, ведущего на лестничную клетку и ПБЗ;

– пожар происходит в жилой квартире на 7-м этаже секции 6. ОФП распространяются по помещению и за его пределы, при этом создают угрозу блокирования эвакуационного выхода, ведущего на лестничную клетку и ПБЗ;

– пожар происходит в помещении БКТ на 1-м этаже секции 4. ОФП распространяются по помещению и за его пределы, при этом блокируют эвакуационный выход, ведущий наружу

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

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

3. Исходные данные для проведения расчета по оценке пожарного риска

3.1. Характеристика объекта защиты

Объект предусмотрен I степени огнестойкости с повышенными пределами огнестойкости основных несущих конструкций до R(EI) 180. Класс конструктивной пожарной опасности Объекта предусматривается С0.

В соответствии с требованиями СП 2.13130.2020, СП 4.13130.2013 и СТУ объект разделен на пожарные отсеки (далее – ПО), а именно:

• **ПО №1 -№4** – подземная автостоянка I степени огнестойкости класса конструктивной пожарной опасности С0, включая технические помещения (в том числе к ней не относящиеся), служебные помещения, помещение уборочной техники, помещение для выносной тары и санитарный пост ГОиЧС, расположенные на этаже подземной автостоянки, с площадью этажа в пределах пожарного отсека не более 3000 м^2, класс функциональной пожарной опасности Ф5.2, категория В по пожарной опасности;

• **ПО №5** – жилой Корпус 1 I степени огнестойкости класса конструктивной пожарной опасности С0, с площадью этажа в пределах пожарного отсека не более 2500 м^2, высотой не более 75 м, класс функциональной пожарной опасности Ф1.3;

• **ПО №6** – жилой Корпус 2 I степени огнестойкости класса конструктивной пожарной опасности С0, с площадью этажа в пределах пожарного отсека не более 2500 м2, высотой не более 75 м, класс функциональной пожарной опасности Ф1.3;

ПО №7 – жилой Корпус 3 I степени огнестойкости класса конструктивной пожарной опасности С0, с площадью этажа в пределах пожарного отсека не более 2500 м^2, высотой не более 75 м, класс функциональной пожарной опасности Ф1.3;

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

- в помещениях автостоянки (Ф5.2) – 24 часа;
- в офисных помещениях (БКТ) (Ф4.3) – 12 часов;
- в жилых помещениях (Ф5.1) – 24 часа;

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

Таблица 2

Расположение	Наименование	Размеры, м	Кол-во	Места размещения
Подземная часть				
Этаж 1	Выход 1 (из здания)	1,2*1,9	1	Выход из ЛК наружу (2.1-2.2/2.Е-2.Д)
	Выход 2 (из здания)	1,2*1,9	1	Выход из ЛК наружу (1.6-1.8/1.ЖЖ-1.ЛЛ)
	Выход 3 (из здания)	1,2*1,9	1	Выход из ЛК наружу (1.6-1.8/1.ББ-1.АА)
	Выход 4 (из здания)	1,2*1,9	1	Выход из ЛК наружу (1.6-1.8/1.П-1.Р)
	Выход 5 (из здания)	1,2*1,9	1	Выход из ЛК наружу (1.3-1.4/1.Л)
	Выход 6 (из здания)	1,2*1,9	1	Выход из ЛК наружу (1.3-1.4/1.Л-1.И)
	Выход 7 (из здания)	1,2*1,9	1	Выход из ЛК наружу (3.1/3.Э)
	Выход 8 (из здания)	1,2*1,9	1	Выход из ЛК наружу (3.1/3.Н-3.П)
	Выход 9 (из здания)	1,2*1,9	1	Выход из ЛК наружу (3.6/3.А-3.Б)
	Выход 10 (из здания)	1,2*1,9	1	Выход из ЛК наружу (2.12-2.13/2.А)
Этаж -1	Выход 1 (с этажа)	1,2*1,9	1	Выход с этажа на ЛК (2.2-2.3/2.Д-2.Г)
	Выход 2 (с этажа)	1,2*1,9	1	Выход с этажа на ЛК (П.3-П.4/П.М-П.Н)
	Выход 3 (с этажа)	1,2*1,9	1	Выход с этажа на ЛК (П.3-П.4/П.И-П.К)
	Выход 4 (с этажа)	1,2*1,9	1	Выход с этажа на ЛК (П.2-П.3/П.Г-П.В)
	Выход 5 (с этажа)	1,2*1,9	1	Выход с этажа на ЛК (П.6-П.7/П.А-П.Б)

	Выход 6 (с этажа)	1,2*1,9	1	Выход с этажа на ЛК (П.12-П.13/П.А-П.Б)
	Выход 7 (с этажа)	1,2*1,9	1	Выход с этажа на ЛК (П.10-П.12/П.К-П.И)
	Выход 8 (с этажа)	1,2*1,9	1	Выход с этажа на ЛК (П.10-П.12/П.Н-П.М)
	Выход 9 (с этажа)	1,2*1,9	1	Выход с этажа на ЛК (П.12-П.13/П.У-П.Т)
	Выход 10 (с этажа)	1,2*1,9	1	Выход с этажа на ЛК (П.7-П.8/2.А-2.Б)
Наземная часть секция 1				
Этаж 1	Выход 1 (из здания)	1,21*1,9	1	Выход с этажа на ЛК (1.23-1.24/1.Л)
Этаж 2-18	Выход 2-18 (с этажа)	1,02*1,9	17	Выход с этажа на ЛК (1.23-1.24/1.К)
Наземная часть секция 3				
Этаж 1	Выход 1 (из здания)	1,21*1,9	1	Выход с этажа на ЛК (1.7-1.9/1.Л)
Этаж 2-10	Выход 2-10 (с этажа)	1,02*1,9	9	Выход с этажа на ЛК (1.23-1.24/1.Ж-1.И)
Наземная часть секция 5				
Этаж 1	Выход 1 (из здания)	1,21*1,9	1	Выход с этажа на ЛК (2.5/1.Л)
Этаж 2-24	Выход 2-24 (с этажа)	1,02*1,9	23	Выход с этажа на ЛК (2.5-2.6/2.Г-2.Д)
Наземная часть секция 6				
Этаж 1	Выход 1 (из здания)	1,21*1,9	1	Выход с этажа на ЛК (3.2/3.К-3.И)
Этаж 2-15	Выход 2-15 (с этажа)	1,02*1,9	14	Выход с этажа на ЛК (3.3-3.2/3.К-3.И)
Наземная часть секция 4				
Этаж 1	Выход 1 (из здания)	1,44*1,9	1	Выход наружу (1.1/1.НН-1.ММ)
	Выход 2 (из здания)	1,44*1,9	1	Выход наружу (1.8/1.НН-1.ММ)

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

Таблица 3

Наименование ЛК	Кол-во	Тип ЛК	Параметры ЛК
Подземная часть			
Лестничная клетка (ЛК1-ЛК10)	1-10	Обычная лестничная клетка	Ширина марша:1,20 м Ширина площадок: 1,20 м Ширина выходов с этажей: 1,20 м Ширина выходов из ЛК: 1,21 м
Наземная часть			
Лестничная клетка (секция 1)	1	Н2	Ширина марша:1,05 м Ширина площадок: 1,30 м Ширина выходов с этажей: 1,02 м Ширина выходов из ЛК: 1,21 м
Лестничная клетка (секция 3)	1	Н2	Ширина марша:1,05 м Ширина площадок: 1,40 м Ширина выходов с этажей: 1,02 м Ширина выходов из ЛК: 1,21 м
Лестничная клетка (секция 5)	1	Н2	Ширина марша:1,05 м Ширина площадок: 1,33 м Ширина выходов с этажей: 1,02 м Ширина выходов из ЛК: 1,21 м
Лестничная клетка (секция 6)	1	Н2	Ширина марша:1,05 м Ширина площадок: 1,33 м Ширина выходов с этажей: 1,02 м

			Ширина выходов из ЛК: 1,21 м

Поэтажные планы объекта защиты представлены на рисунках в 5.1.2, 5.2.2, 5.3.2, 5.4.2, 5.5.2, 5.6.2 настоящего отчета. Данные о высоте этажей (помещений) приведены в 5.1.1, 5.2.1, 5.3.1, 5.4.1, 5.5.1, 5.6.1 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:

- система пожарной сигнализации;
- система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре 1-3-го типа;
- система противодымной вентиляции;
- система автоматического пожаротушения.

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

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

Подземная часть:

– на -1 этаже: 183 человек контингента М0-7 (зимняя одежда), 2 человека контингента М4 (зимняя одежда), 6 человек контингента М3 (зимняя одежда), 2 человека контингента М2 (зимняя одежда).

Наземная часть:

Секция 1:

– на 2-18 этаже: 19 человек контингента М0-7 (зимняя одежда), 1 человек контингента М4 (зимняя одежда), 1 человек контингента М3 (зимняя одежда), 1 человек контингента М2 (зимняя одежда);

Секция 3:

– на 2-10 этаже: 24 человек контингента М0-7 (зимняя одежда), 1 человек контингента М4 (зимняя одежда), 1 человек контингента М3 (зимняя одежда), 1 человек контингента М2 (зимняя одежда);

Секция 5:

– на 2-24 этаже: 23 человек контингента М0-7 (зимняя одежда), 1 человек контингента М4 (зимняя одежда), 1 человек контингента М3 (зимняя одежда), 1 человек контингента М2 (зимняя одежда);

Секция 6:

– на 2-24 этаже: 33 человек контингента М0-7 (зимняя одежда), 1 человек контингента М4 (зимняя одежда), 1 человек контингента М3 (зимняя одежда), 1 человек контингента М2 (зимняя одежда);

Секция 4:

– на 1 этаже: 34 человек контингента М0-3 (зимняя одежда), 1 человек контингента М4 (зимняя одежда), 1 человек контингента М3 (зимняя одежда), 1 человек контингента М2 (зимняя одежда);

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

3.4. Описание принятых сценариев (сценария) пожара

3.4.1. Сценарий №1 (Автостоянка)

1) Место возникновения пожара: пожар происходит в помещении автостоянки на -1-м этаже. ОФП распространяются по помещению и за его пределы, при этом блокируют ближайший эвакуационный выход, ведущий на лестничную клетку.

2) Расчетная область: помещения, находящиеся на -1-м этаже. Дверь помещения очага пожара, а также двери на путях эвакуации принимались открытыми. Двери в смежные помещения принимались закрытыми. Размер ячейки области расчета, используемой в сценарии, равен 0,25 м.

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

Таблица 4

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)	0,0233
Коэффициент полноты сгорания	–	0,93
Удельная мощность	кВт/м²	686,9073
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 4,15 м².

3.4.2. Сценарий №2 (Секция 1)

1) Место возникновения пожара: пожар происходит в жилой комнате на 15-м этаже секции 1. ОФП распространяются по помещению и за его пределы, при этом создают угрозу блокирования эвакуационного выхода, ведущего на лестничную клетку и ПБЗ.

2) Расчетная область: помещения, находящиеся на 15-ом этаже. Дверь помещения очага пожара, а также двери на путях эвакуации принимались открытыми. Двери в смежные помещения принимались закрытыми. Размер ячейки области расчета, используемой в сценарии, равен 0,25 м.

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

Таблица 5

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

4) Максимальная площадь очага пожара для рассматриваемого сценария принята равной 3,79 м².

3.4.3. Сценарий №3 (Секция 3)

1) Место возникновения пожара: пожар происходит в жилой квартире на 3-м этаже секции 3. ОФП распространяются по помещению и за его пределы, при этом создают угрозу блокирования эвакуационного выхода, ведущего на лестничную клетку и ПБЗ.

2) Расчетная область: часть помещений, находящиеся на 3-ем этаже. Дверь помещения очага пожара, а также двери на путях эвакуации принимались открытыми. Двери в смежные помещения принимались закрытыми. Размер ячейки области расчета, используемой в сценарии, равен 0,25 м.

3) Параметры горючей нагрузки (Мебель + бытовые изделия (здание I-II ст. огнест.)), использовавшейся при моделировании представлены в таблице ниже.

Таблица 6

Параметр	Единица измерения	Значение
Низшая теплота сгорания	кДж/кг	13800
Линейная скорость распространения пламени	м/с	0,0108
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 15,47 м².

3.4.4. Сценарий №4 (Секция 5)

1) Место возникновения пожара: пожар происходит в жилой квартире на 20-м этаже секции 5. ОФП распространяются по помещению и за его пределы, при этом создают угрозу блокирования эвакуационного выхода, ведущего на лестничную клетку и ПБЗ.

2) Расчетная область: часть помещений, находящиеся на 20-м этаже. Дверь помещения очага пожара, а также двери на путях эвакуации принимались открытыми. Двери в смежные помещения принимались закрытыми. Размер ячейки области расчета, используемой в сценарии, равен 0,25 м.

3) Параметры горючей нагрузки (Мебель + бытовые изделия (здание I-II ст. огнест.)), использовавшейся при моделировании представлены в таблице ниже.

Таблица 7

Параметр	Единица измерения	Значение
Низшая теплота сгорания	кДж/кг	13800
Линейная скорость распространения пламени	м/с	0,0108
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 15,33 м².

3.4.5. Сценарий №5 (Секция 6)

1) Место возникновения пожара: пожар происходит в жилой квартире на 7-м этаже секции 6. ОФП распространяются по помещению и за его пределы, при этом создают угрозу блокирования эвакуационного выхода, ведущего на лестничную клетку и ПБЗ.

2) Расчетная область: часть помещений, находящиеся на 7-м этаже. Дверь помещения очага пожара, а также двери на путях эвакуации принимались открытыми. Двери в смежные помещения принимались закрытыми. Размер ячейки области расчета, используемой в сценарии, равен 0,25 м.

3) Параметры горючей нагрузки (Мебель + бытовые изделия (здание I-II ст. огнест.)), использовавшейся при моделировании представлены в таблице ниже.

Таблица 8

Параметр	Единица измерения	Значение
Низшая теплота сгорания	кДж/кг	13800
Линейная скорость распространения пламени	м/с	0,0108

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 17,78 м².

3.4.6. Сценарий №6 (Помещение БКТ)

1) Место возникновения пожара: пожар происходит в помещении БКТ на 1-м этаже секции 4. ОФП распространяются по помещению и за его пределы, при этом блокируют эвакуационный выход, ведущий наружу.

2) Расчетная область: часть помещений, находящиеся на 1-м этаже. Дверь помещения очага пожара, а также двери на путях эвакуации принимались открытыми. Двери в смежные помещения принимались закрытыми. Размер ячейки области расчета, используемой в сценарии, равен 0,25 м.

3) Параметры горючей нагрузки (Административные помещения, учебные классы школ, ВУЗов; кабинеты поликлиник), использовавшейся при моделировании представлены в таблице ниже.

Таблица 9

Параметр	Единица измерения	Значение
Низшая теплота сгорания	кДж/кг	14000
Линейная скорость распространения пламени	м/с	0,0045
Удельная массовая скорость выгорания	кг/(м² · с)	0,0137
Коэффициент полноты сгорания	–	0,93
Удельная мощность	кВт/м²	178,374
Дымообразующая способность	Нп · м²/кг	47,7
Потребление кислорода (O_2)	кг/кг	1,369
Выделение углекислого газа (CO_2)	кг/кг	1,478
Выделение угарного газа (CO)	кг/кг	0,03
Выделение хлористого водорода (HCl)	кг/кг	0,0058

Максимальная площадь очага пожара для рассматриваемого сценария принята равной 2,83 м²

№ 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 (-1 этаж)	Приказ №1140	193 человека	Предусмотрен доступ 2-ух человек гр. М4, 6-х человек гр. М3, 2-ух человек гр. М2	Индивидуально-поточная модель расчета движения людей	Полевая модель расчета времени блокирования путей эвакуации	Автомобиль; 0,3 * (резина, бензин) + 0,15 * (ППУ, искожа ПВХ) + 0,1 * эмаль (S=1,05 м²)	п.5.2 СТУ
2 (Секция 1)	Приказ №1140	374 человека	Предусмотрен доступ 1-го человека гр. М4, 1-го человека гр. М3, 1-го человека гр. М2 на каждом этаже	Индивидуально-поточная модель расчета движения людей	Полевая модель расчета времени блокирования путей эвакуации	Жилые помещения гостиниц, общежитий и т.д. (S=3,79 м²)	п.5.2 СТУ

№ 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)
3 (Секция 3)	Приказ №1140	243 человека	Предусмотрен доступ 1-го человека гр. М4, 1-го человека гр. М3, 1-го человека гр. М2 на каждом этаже	Индивидуально-поточная модель расчета движения людей	Полевая модель расчета времени блокирования путей эвакуации	Мебель + бытовые изделия (здание I-II ст. огнест.) (S=15,47 м^2)	п.5.2 СТУ
4 (Секция 5)	Приказ №1140	575 человека	Предусмотрен доступ 1-го человека гр. М4, 1-го человека гр. М3, 1-го человека гр. М2 на каждом этаже	Индивидуально-поточная модель расчета движения людей	Полевая модель расчета времени блокирования путей эвакуации	Мебель + бытовые изделия (здание I-II ст. огнест.) (S=15,33 м^2)	п.5.2 СТУ
5 (Секция 5)	Приказ №1140	504 человека	Предусмотрен доступ 1-го человека гр. М4, 1-го человека гр. М3, 1-го человека гр. М2 на каждом этаже	Индивидуально-поточная модель расчета движения людей	Полевая модель расчета времени блокирования путей эвакуации	Мебель + бытовые изделия (здание I-II ст. огнест.) (S=17,78 м^2)	п.5.2 СТУ
6 (Помещение БКТ)	Приказ №1140	37 человек	Предусмотрен доступ 1-го человека гр. М4, 1-го человека гр. М3, 1-го человека гр. М2	Индивидуально-поточная модель расчета движения людей	Полевая модель расчета времени блокирования путей эвакуации	Административные помещения, учебные классы школ, ВУЗов; кабинеты поликлиник (S=2,83 м^2)	п.5.2 СТУ

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

Системы противодымной вентиляции, учитываемая в расчете (при наличии системы):

– в сценариях №2-№6 при моделировании пожара работа системы противодымной вентиляции учитывалась.

Сценарий №2, при моделировании пожара была учтена работа противодымной вентиляции: система дымоудаления (ДВ1.1.1 = 16979 м^3/ч), система приточной противодымной вентиляции (ДП1.1.1 = 8500 м3/ч).

Сценарий №3, при моделировании пожара была учтена работа противодымной вентиляции: система дымоудаления (ДВ1.3.1 = 15656 м^3/ч), система приточной противодымной вентиляции (ДП1.3.1 = 8500 м3/ч).

Сценарий №4, при моделировании пожара была учтена работа противодымной вентиляции: система дымоудаления (ДВ2.5.1 = 15862 м^3/ч), система приточной противодымной вентиляции (ДП2.5.1 = 8500 м3/ч).

Сценарий №5, при моделировании пожара была учтена работа противодымной вентиляции: система дымоудаления (ДВ3.6.1 = 17895 м^3/ч), система приточной противодымной вентиляции (ДП3.6.1 = 7800 м3/ч).

Сценарий №6, при моделировании пожара была учтена работа противодымной вентиляции: система дымоудаления (ДВ = 590 м^3/ч), система приточной противодымной вентиляции (ДП = 660 м3/ч).

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

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

– в сценариях №1-№6 при моделировании пожара работа системы автоматического пожаротушения не учитывалась.

3.7. Используемый в расчете метод математического моделирования пожара

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

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

- для помещений сложной геометрической конфигурации, а также помещений с большим количеством внутренних преград (атриумы с системой галерей и примыкающих коридоров, многофункциональные центры со сложной системой вертикальных и горизонтальных связей и т.д.);
- для помещений, в которых один из геометрических размеров гораздо больше (меньше) остальных (тоннели, закрытые автостоянки большой площади и т.д.);
- для иных случаев, когда применимость или информативность зонных и интегральных моделей вызывает сомнение (уникальные сооружения, распространение пожара по фасаду здания, необходимость учета работы систем противопожарной защиты, способных качественно изменить картину пожара, и т.д.).

3.7.1. Описание полевого метода моделирования пожара в здании

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

Уравнение сохранения массы:

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

Уравнение сохранения импульса:

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

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

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

Уравнение энергии:

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

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

- H_k- теплота образования k -го компонента;
- $c_p = \sum_k \left(Y_k \cdot c_{p,k}\right)$- теплоемкость смеси при постоянном давлении;
- ${q_j}^R$- радиационный поток энергии в направлении x_j .
- Уравнение сохранения химического компонента k:

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

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

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

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

4. Наименование использованной методики расчета по оценке пожарного риска

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

4.1. Порядок определения времени блокирования путей эвакуации

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

Таблица 10

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 11

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

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

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

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

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

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

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

4.3. Выбор модели эвакуации людей

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

4.4. Описание модели эвакуации людей

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

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

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

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

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

- где $x_i(t-\Delta t)$– координата i -го человека в предыдущий момент времени, м;
- $V_i(t)$- скорость i -го человека в момент времени t, м/с;
- Δt- промежуток времени, с.

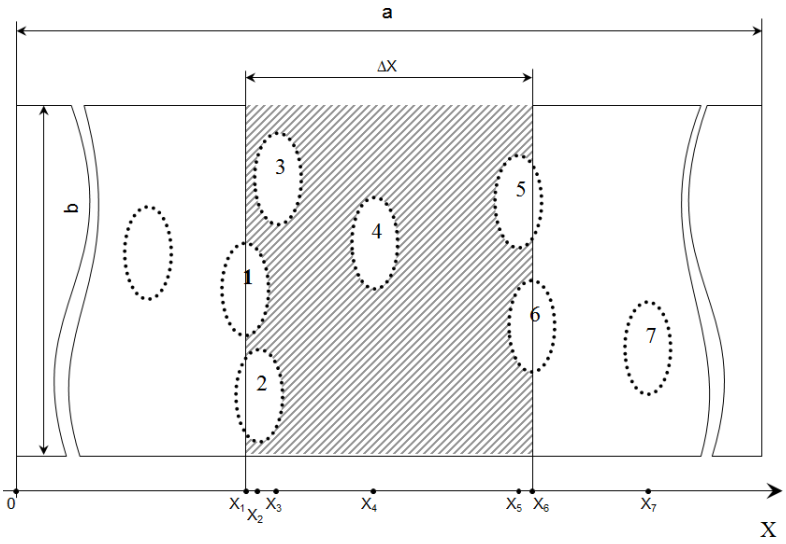


Рисунок 1 - Координатная схема размещения людей на путях эвакуации

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

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

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

- где n- количество людей в группе, человек;
- f- средняя площадь горизонтальной проекции человека, м^2/м^2;
- b - ширина эвакуационного участка, м;
- Δx- разность координат последнего и первого человека в группе, м.

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

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

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

- где $x_i(t-dt)$- координата i - го человека в предыдущий момент времени на (j -1) эвакуационном участке, м;
- $V_i(t)$ - скорость i -го человека на (j –1)-ом эвакуационном участке в момент времени t, м/с;
- a_j - длина j -го эвакуационного участка, м;
- l_j- координата места слияния j -го и (j –1)-го эвакуационных участков – расстояние от начала j -го эвакуационного участка до места слияния его с (j –1)-ым эвакуационным участком, м.

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

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

- где $q_j(t)$ – интенсивность движения на выходе с j-го эвакуационного участка в момент времени t, м/мин;
- c_j – ширина выхода с j-го эвакуационного участка, м;
- dt – промежуток времени, с;
- f– средняя площадь горизонтальной проекции человека, м^2.

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

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

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

- где Nj – число людей на j -ом эвакуационном участке, чел.;
- f – средняя площадь горизонтальной проекции человека, м^2;
- a_j – длина j -го эвакуационного участка, м;

- b_j – ширина j -го эвакуационного участка, м;
- dt – промежуток времени, с.

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

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

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

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

Для обеспечения безопасной эвакуации людей должны быть:

- установлены необходимое количество, размеры и соответствующее конструктивное исполнение эвакуационных путей и эвакуационных выходов;
- обеспечено беспрепятственное движение людей по эвакуационным путям и через эвакуационные выходы;
- организованы оповещение и управление движением людей по эвакуационным путям (в том числе с использованием световых указателей, звукового и речевого оповещения).

Безопасная эвакуация людей из зданий и сооружений при пожаре считается обеспеченной, если интервал времени от момента обнаружения пожара до завершения процесса эвакуации людей в безопасную зону не превышает необходимого времени эвакуации людей при пожаре.

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

$$t_{эв} < t_{нб}, \quad (6)$$

- где $t_{эв}$ - значение времени эвакуации последнего из людей в здании;
- $t_{нб}$ - время достижения предельно допустимых уровней воздействия на людей опасных факторов пожара, определяемое динамикой их распространения.

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

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

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

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

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

4.5. Эвакуация из мест начального размещения людских потоков

Решив эвакуироваться, человек намечает свой маршрут движения, т.е. ту последовательность участков пути, которую ему предстоит пройти для того, чтобы попасть с места его нахождения в то место, куда он наметил себе прийти за кратчайшее время. При пожаре такими местами являются: помещение, в котором ему будет более безопасно, чем в том, где он находится в данный момент; зона пожарной безопасности, специально созданная в здании и на территории, окружающей здание. В любом случае, человек, выходит на начальный участок эвакуационного пути. Это может быть проход между рабочими местами или оборудованием, проход между рядами зрительных мест, свободное пространство около места нахождения человека, соединяющие его с выходами из помещения. Одновременно с ним на этот участок могут выходить и другие люди. Они выбирают направление движения к тому или иному выходу и тем самым определяют маршрут своего движения, т.е. последовательность

участков эвакуационных путей, которые они должны пройти для того, чтобы попасть в безопасное место. Поэтому, намечая свой маршрут эвакуации, человек имеет практически всегда, по крайней мере, два варианта возможной последовательности использования участков эвакуационных путей для достижения эвакуационного выхода и из помещения, и с этажа, и из здания. Наметив свой маршрут движения, человек выходит на участок общего пути, по которому выбрали то же направление движения и другие люди, т.е. на этом участке формируется людской поток. Можно сказать, что эти участки являются источниками людских потоков.

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

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

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

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

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

- для двухмаршевых лестниц $L = \frac{L'}{cos\,\alpha}$, где L' - горизонтальная проекция длины наклонного пути, м; α - угол наклона к горизонту; не допуская серьезной погрешности, длину пути по двухмаршевой лестнице можно принимать равной его утроенной высоте Н, т. Е. L = 3Н;
- для трехмаршевых лестниц $L = \frac{2L'}{cos\,\alpha} + \frac{L''}{cos\,\alpha} + L'' + 4b$.

Обозначения, приведенные в формуле, приведены на рисунке ниже.

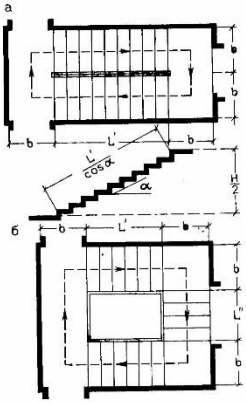


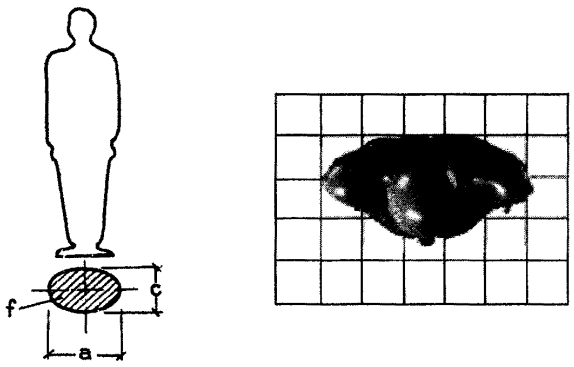
Рисунок 2 – Иллюстрация к определению длины пути движения по двух и трехмаршевой лестницам

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

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

Лестничные клетки являются центрами тяготения людских потоков (для первого этажа – выходы наружу), на входе в которые заканчивается второй этап эвакуации. Поэтому расчетные схемы целесообразно составлять для каждой части этажа, по которой люди эвакуируются через предусмотренную для них лестничную клетку (выход наружу).

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



а) б)

Рисунок 3 - Площадь горизонтальной проекции человека:

а) расчетная; б) действительная

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

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

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

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

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

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

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

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

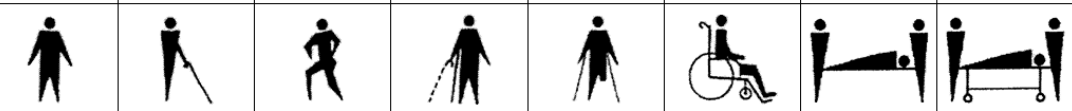
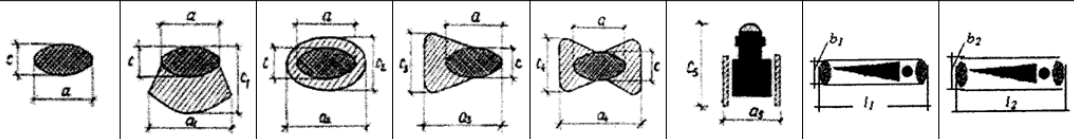
0,300 м^2/чел. - для людей молодого и среднего возраста (М3) с двумя дополнительными опорами;

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

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

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

Таблица 12

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

4.6. Составление расчетных схем и определение расчетного времени эвакуации людей

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

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

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

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

4.7. Расчет вероятной эвакуации людей

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

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

- где $t_{бл,i}$ - время от начала пожара до блокирования эвакуационных путей в результате распространения на них ОФП, имеющих предельно допустимые для людей значения (время блокирования путей эвакуации), при реализации i-го сценария пожара, мин;
- $t_{нэ,i,j}$ - время начала эвакуации j-й группы эвакуируемого контингента (интервал времени от возникновения пожара до начала эвакуации людей) при реализации i-го сценария пожара, мин. Определяется в соответствии с приложением № 4 к Методике-1140.
- $t_{р,i,j}$ - расчетное время эвакуации людей j-й группы эвакуируемого контингента при реализации i-го сценария пожара, мин. Определяется в соответствии с приложением №5 к Методике-1140.
- $t_{ск,i,j}$ - время существования скоплений людей на участках пути (плотность людского потока на путях эвакуации превышает значение 0,5 $м^2/м^2$) при определении вероятности эвакуации j-й группы эвакуируемого контингента при реализации i-го сценария пожара, мин.

Вероятность эвакуации рассчитывается для каждой из рассматриваемых групп людей.

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

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

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

- где F - площадь помещения ($м^2$).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Согласно приложению №11 Методики-1140, время достижения порогового значения параметром, воздействующим на пожарный извещатель, определяется как время появления на высоте размещения пожарных извещателей области с эффективным диаметром, превышающим максимальное определенное нормативными документами расстояние между пожарными извещателями, в каждой точке которой значение воздействующего параметра превышает пороговое.

4.8. Расчет величины индивидуального пожарного риска

Индивидуальный пожарный риск отвечает требуемому, если:

$$R \le R_{норм}, \quad (12)$$

где $R_{норм}$ - нормативное значение индивидуального пожарного риска, $R_{норм} \le 10^{-6} год^{-1}$;
R- расчетная величина индивидуального пожарного риска.

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

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

где Ri - расчетная величина пожарного риска для i-го сценария пожара,
k - количество рассмотренных сценариев пожара.

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

$$Ri,j = Qп,i \cdot (1 - Кап,i) \cdot Рпр,i \cdot (1 - Рэ,i,j) \cdot (1 - Кп.з,i), \quad (14)$$

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

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

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

В остальных случаях Кап,i принимается равной нулю;

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

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

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

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

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

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

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

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

• здание оборудовано системой пожарной сигнализации, соответствующей требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;

• оборудование здания системой пожарной сигнализации не требуется в соответствии с требованиями нормативных документов по пожарной безопасности;

• эффективность системы подтверждена в соответствии с условием соответствия здания требованиям пожарной безопасности, предусмотренным пунктом 5 части 1 статьи 6 Федерального закона № 123-ФЗ.

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

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

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

• здание оборудовано системой оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре, соответствующей требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;

• оборудование здания системой оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре не требуется в соответствии с требованиями нормативных документов по пожарной безопасности;

• эффективность системы подтверждена в соответствии с условием соответствия здания требованиям пожарной безопасности, предусмотренным пунктом 5 части 1 статьи 6 Федерального закона № 123-ФЗ.

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

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

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

• здание оборудовано системой противодымной защиты, соответствующей требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;

• оборудование здания системой противодымной защиты не требуется в соответствии с требованиями нормативных документов по пожарной безопасности;

• эффективность системы подтверждена в соответствии с условием соответствия здания требованиям пожарной безопасности, предусмотренным пунктом 5 части 1 статьи 6 Федерального закона № 123-ФЗ.

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

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

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

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

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

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

4.9. Определение частоты реализации пожароопасных ситуаций

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

Частота реализации пожароопасных ситуаций принимаем равной:

- для помещений автостоянки - $4{,}50 \cdot 10^{-2}$;
- для жилых помещений - $2{,}60 \cdot 10^{-2}$.
- для офисных помещений (БКТ) - $4{,}00 \cdot 10^{-2}$.

5. Значения расчетных величин пожарного риска для объекта защиты

5.1. Сценарий №1 (Автостоянка)

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

Пожар происходит в помещении автостоянки на -1-м этаже. ОФП распространяются по помещению и за его пределы, при этом блокируют ближайший эвакуационный выход, ведущий на лестничную клетку.

Дверь помещения очага пожара, а также двери на путях эвакуации принимались открытыми. Двери в смежные помещения принимались закрытыми. Размер ячейки области расчета, используемой в сценарии равен 0,25м. Высота этажа пожара (от пола до потолка) и помещения очага пожара равна 4,45 м.

Параметры окружающей среды:

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

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

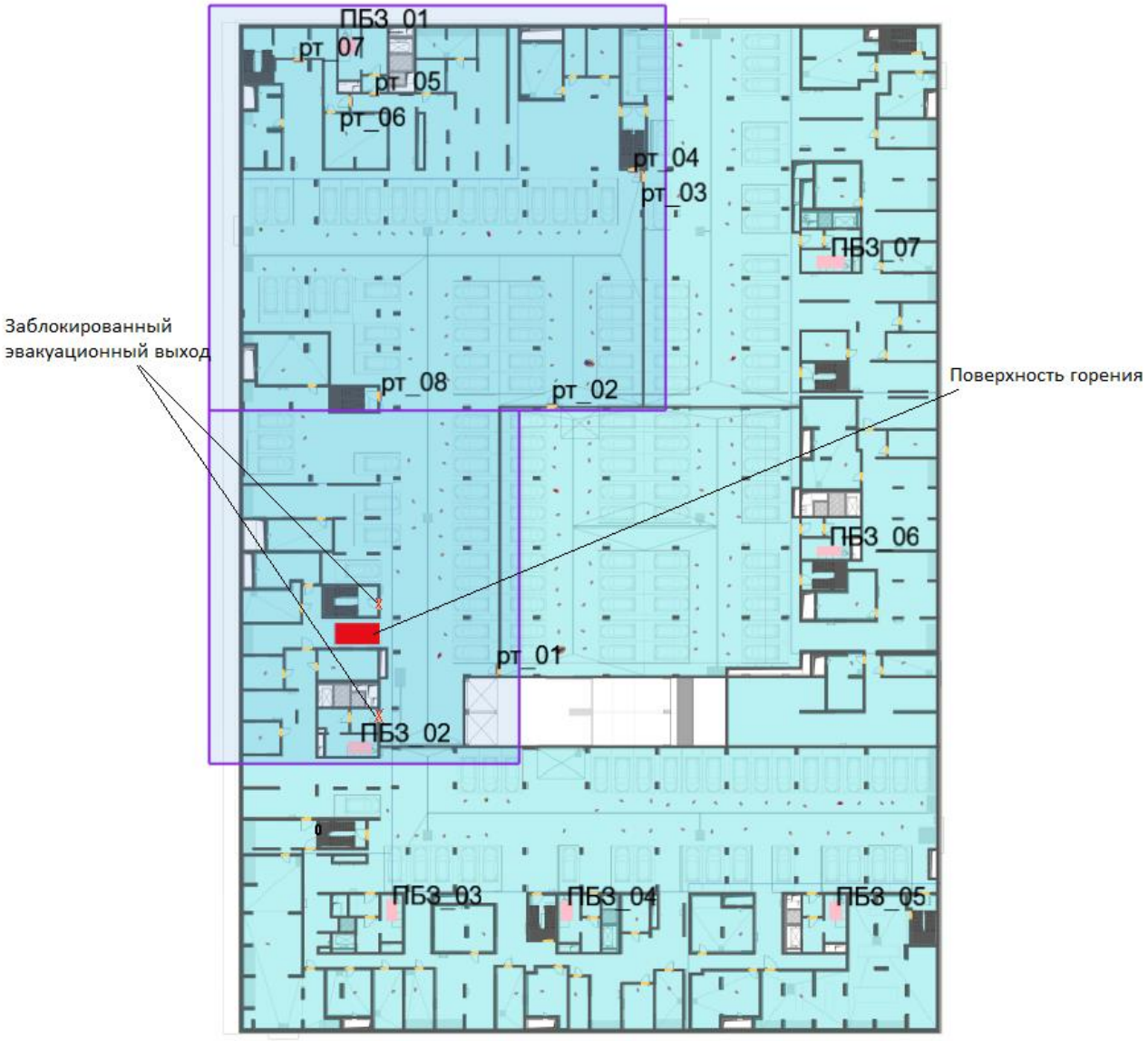


Рисунок 4 – Компьютерная модель -1-го этажа с предполагаемой поверхностью горения и нанесенными расчётными точками



Рисунок 5 - Компьютерная модель 1-го этажа

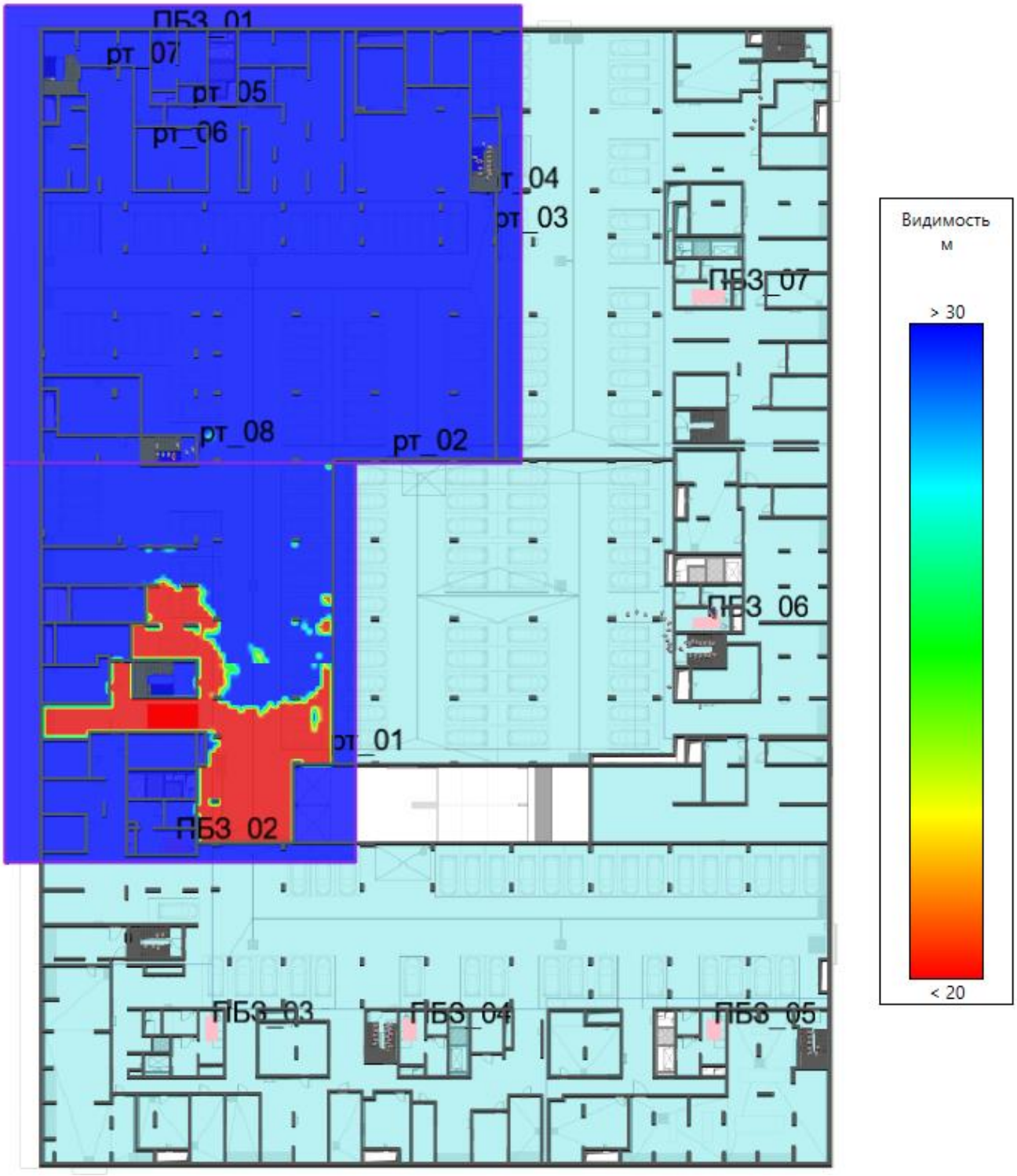


Рисунок 6 - Компьютерная 3D модель -1-го этажа с предполагаемой поверхностью горения и нанесенными расчётными точками (плотность дыма на момент полной эвакуации людей с части этажа пожара - 2 мин. 16 сек.)

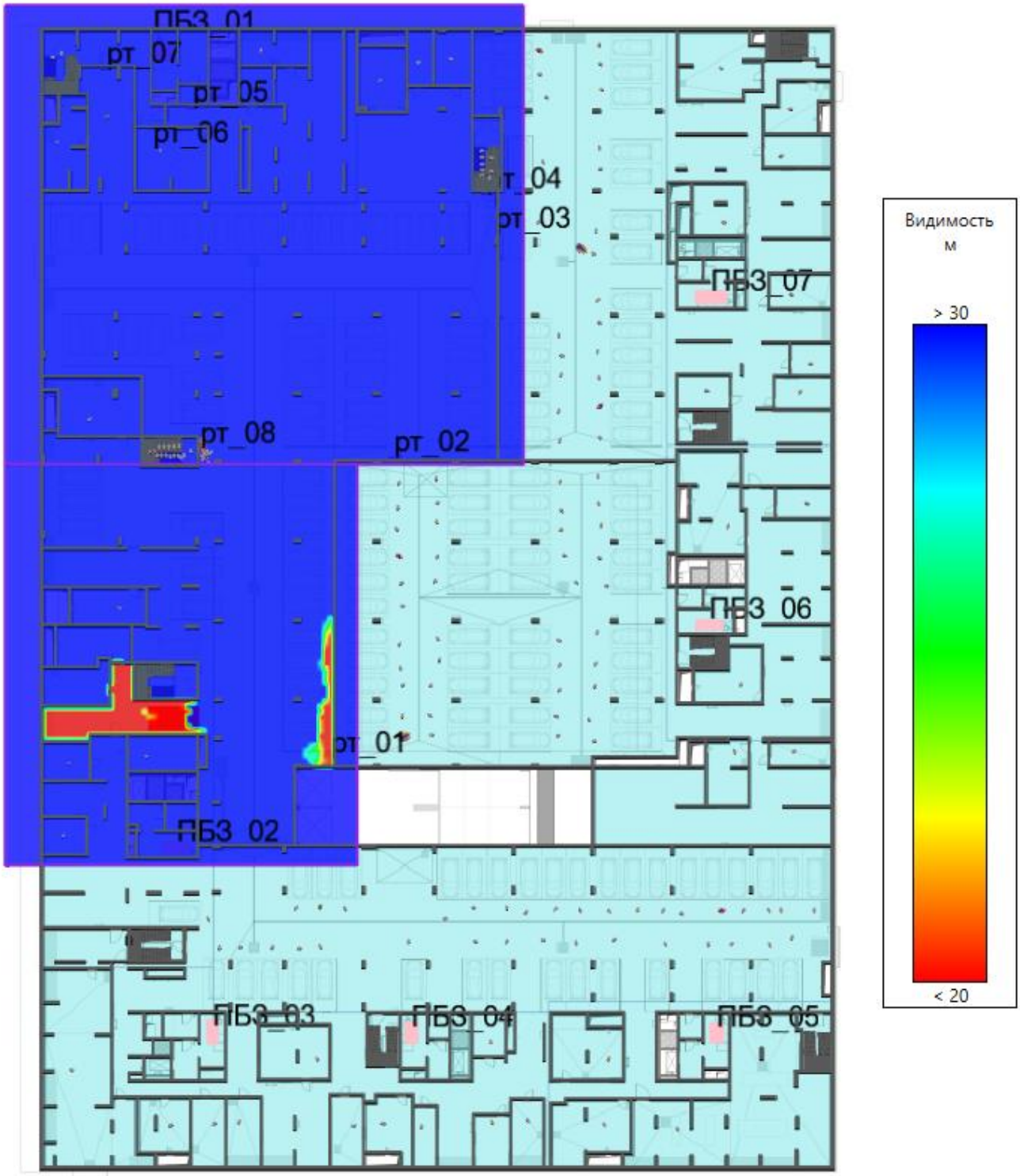


Рисунок 7 - Компьютерная 3D модель -1го этажа с предполагаемой поверхностью горения и нанесенными расчётными точками

(плотность дыма на момент наступления ОФП до рт_01 - 1 мин. 05 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 2,27 мин, принимаем время свободного горения с учетом коэффициента запаса 2,83 мин.

$$R_n = 0{,}0068 \frac{м}{с} \cdot 136{,}0\ сек.\ \cdot 1{,}25\ = 1{,}15\ м$$

$$S = 3{,}14 \cdot 1{,}15^2 = 4{,}15\ м^2$$

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

Таблица 13

Параметр	Единица измерения	Значение
Низшая теплота сгорания	кДж/кг	31700
Линейная скорость распространения пламени	м/с	0,0068
Удельная массовая скорость выгорания	кг/(м^2 · с)	0,0233
Коэффициент полноты сгорания	–	0,93
Удельная мощность	кВт/м^2	686,9073
Дымообразующая способность	Нп · м^2/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 14

Расположение	Наименование	Время блокирования по каждому ОФП, с						
		Температура воздуха	Тепловой поток	Видимость	O_2	CO_2	CO	HCl
Этаж -1								
Помещение 8	рт_01	153,6	304	65,5	153,6	>600	314,5	128,1
	рт_02	>600	>600	248	>600	>600	>600	327,5
	рт_03	>600	>600	203,5	>600	>600	580	278
	рт_04	>600	>600	202	>600	>600	583	284
	рт_05	>600	>600	199	>600	>600	549,5	276
	рт_06	>600	>600	187,6	>600	>600	539	260,5
	рт_07	>600	>600	236,5	>600	>600	596	311
	рт_08	>600	>600	230,5	>600	>600	>600	340,5

Ниже представлены графики изменения опасных факторов пожара для регистраторов:

рт_01

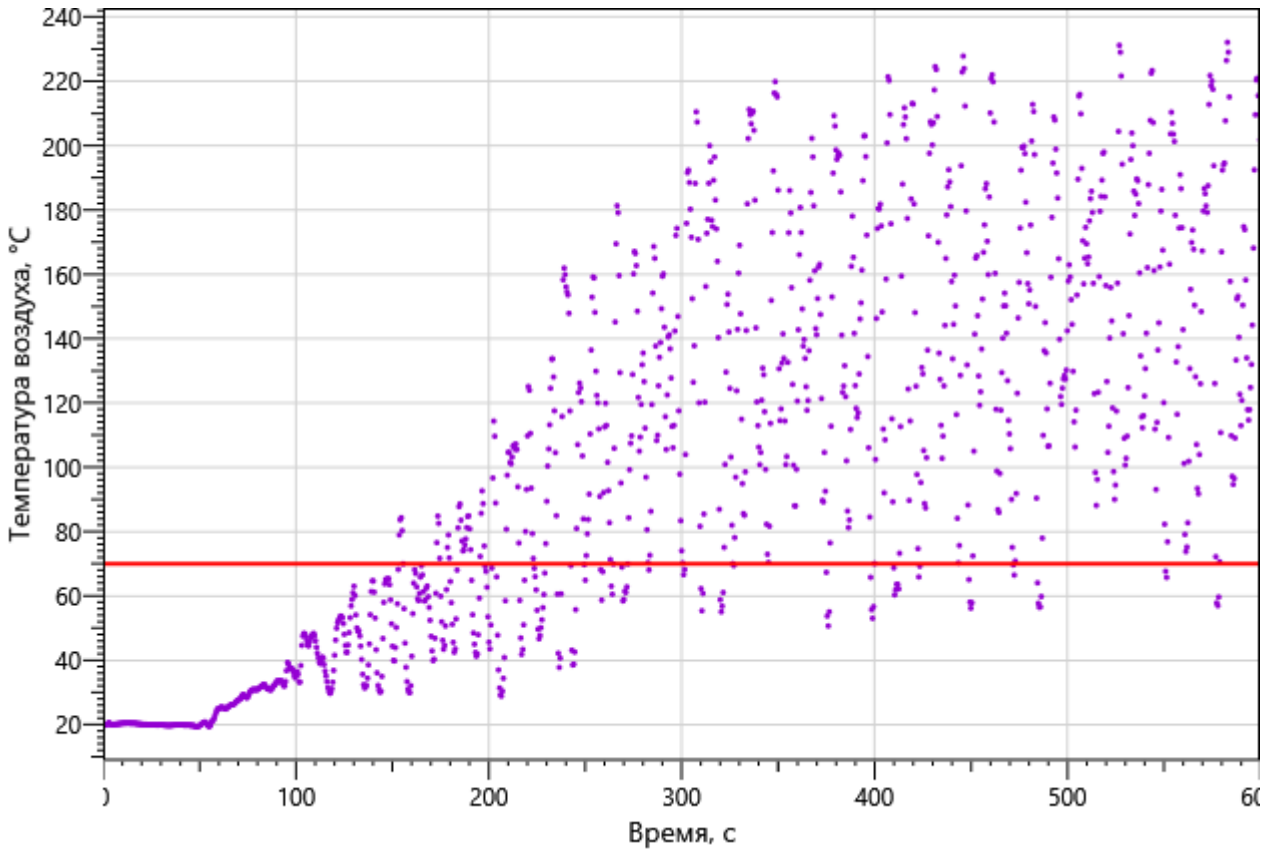


Рисунок 8 - Зависимость температуры от длительности пожара

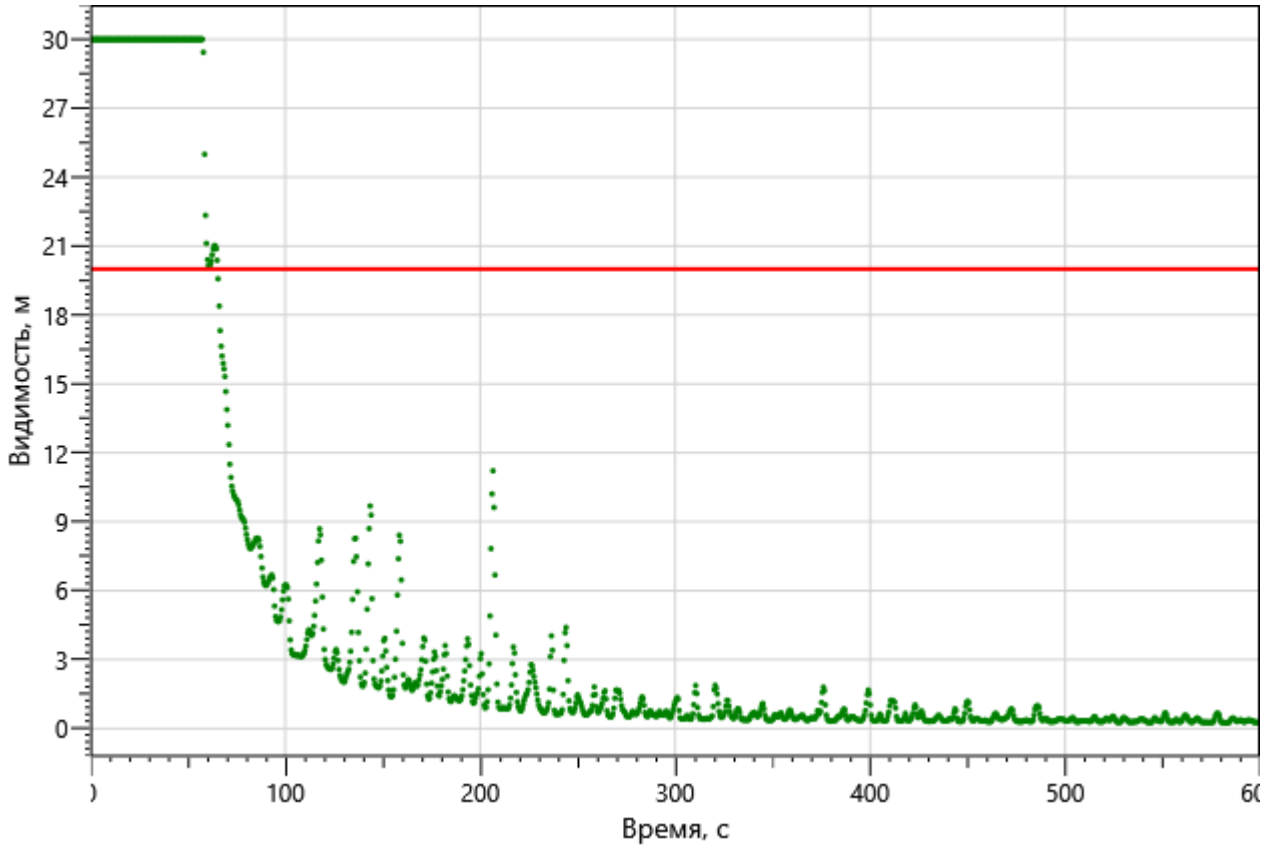


Рисунок 9 - Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

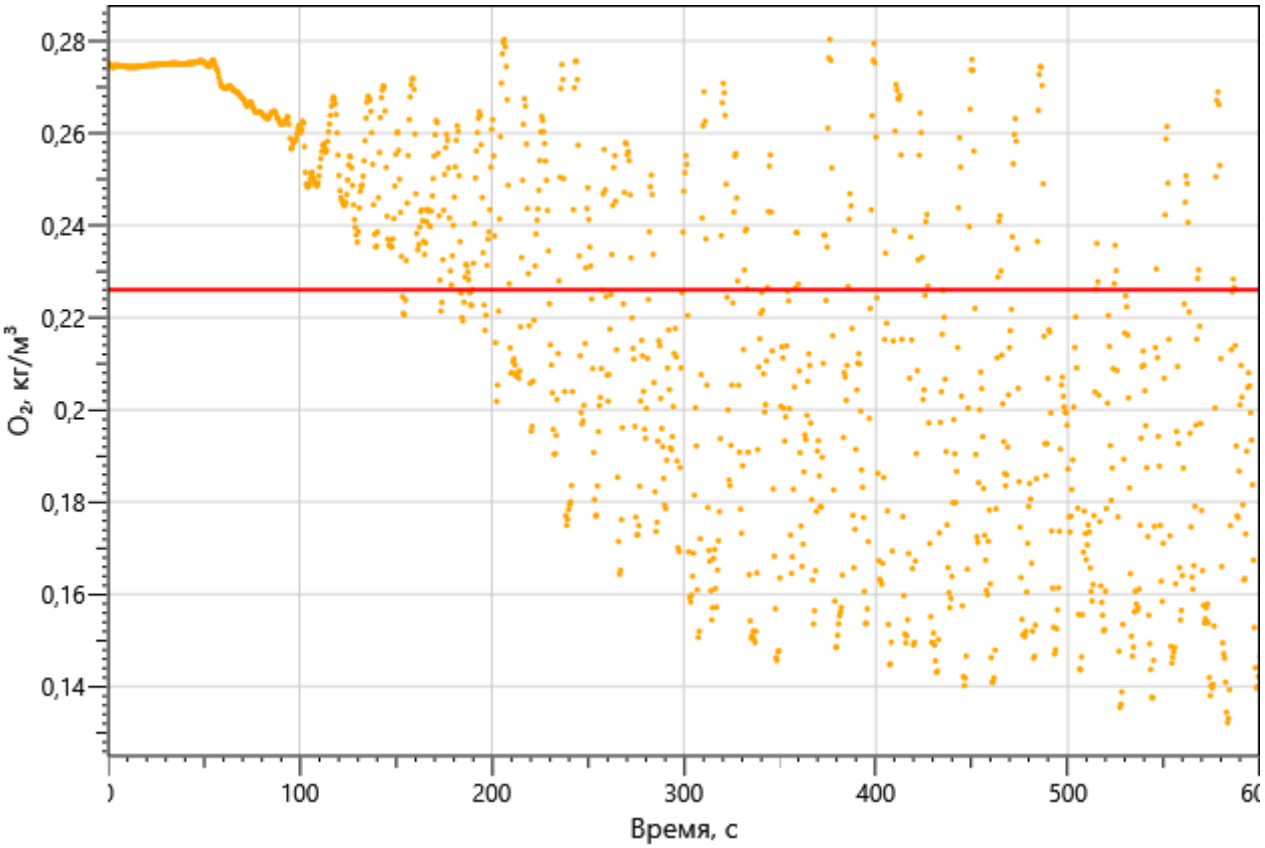


Рисунок 10 - Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

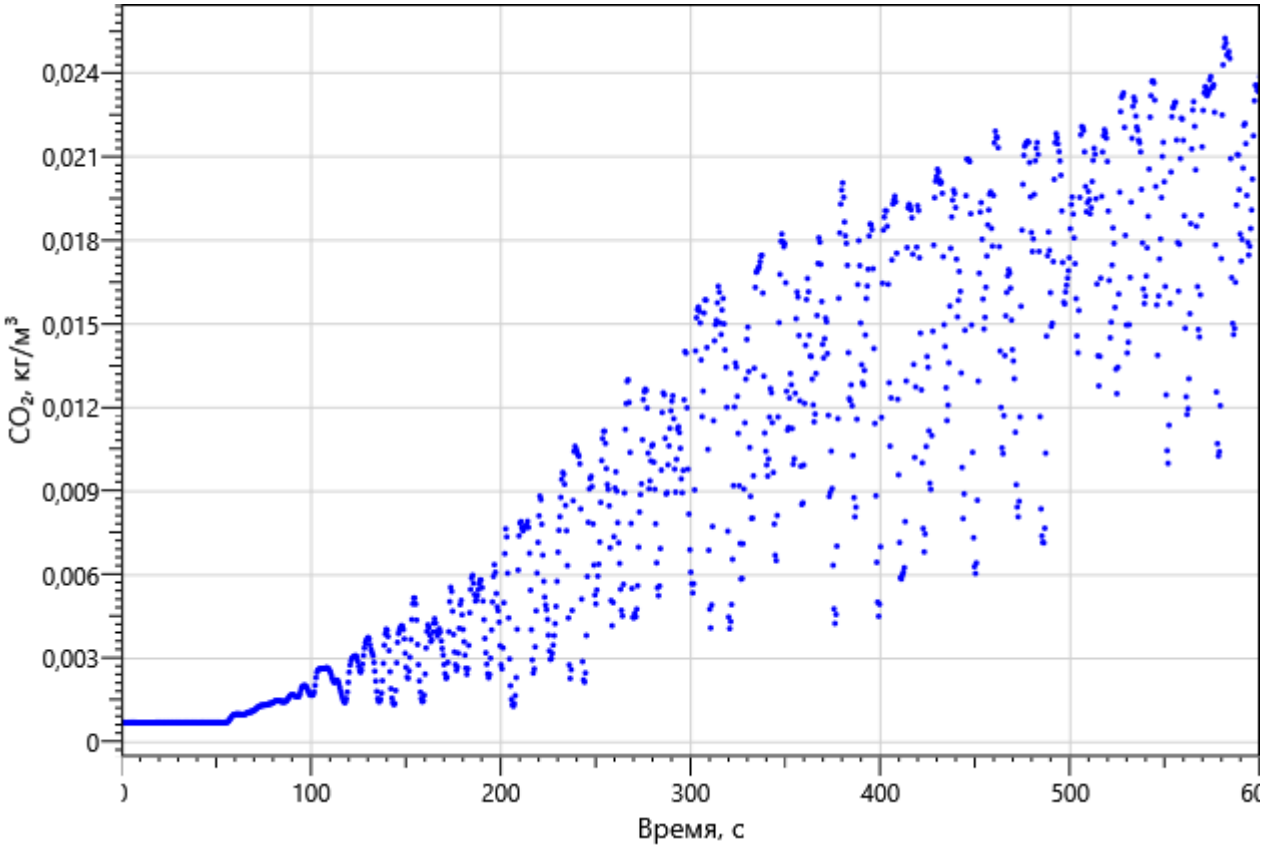


Рисунок 11 - Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

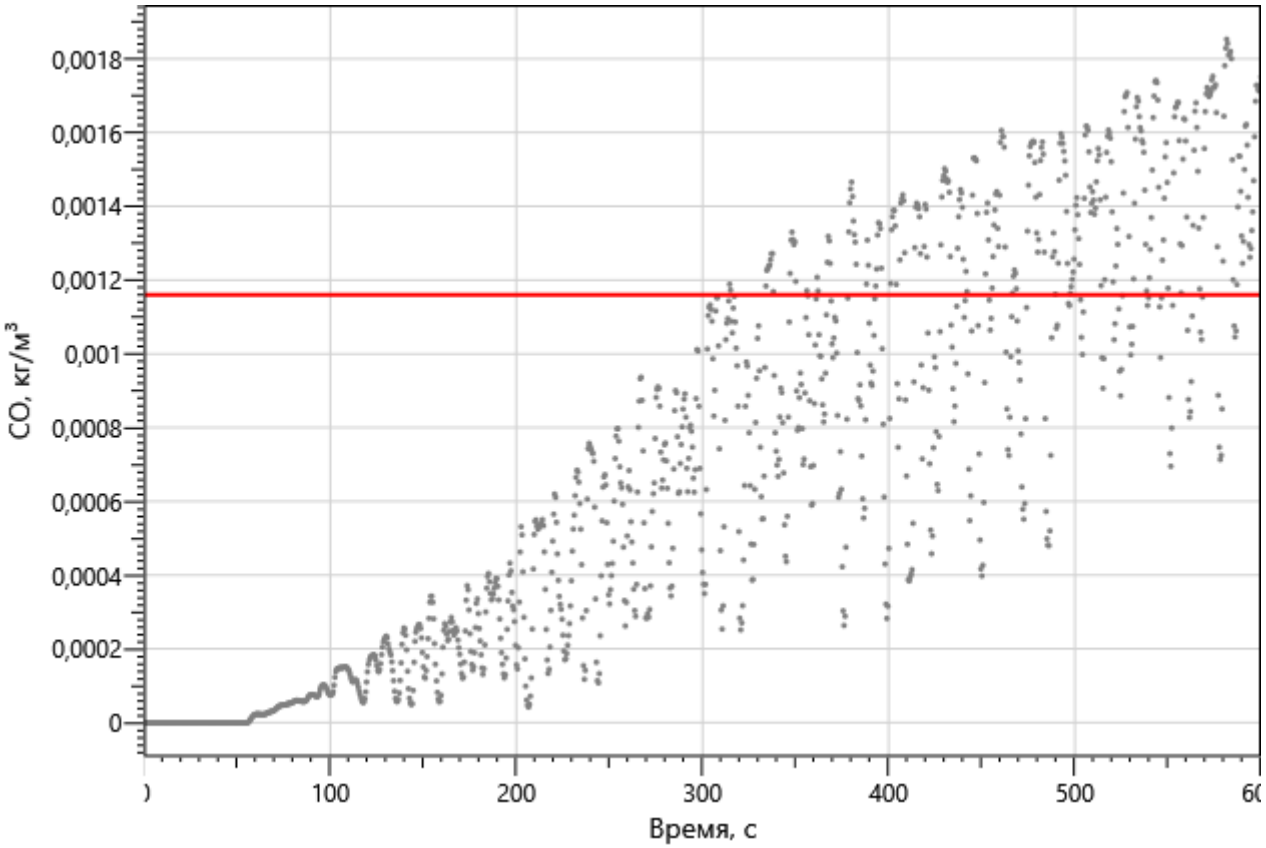


Рисунок 12 - Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

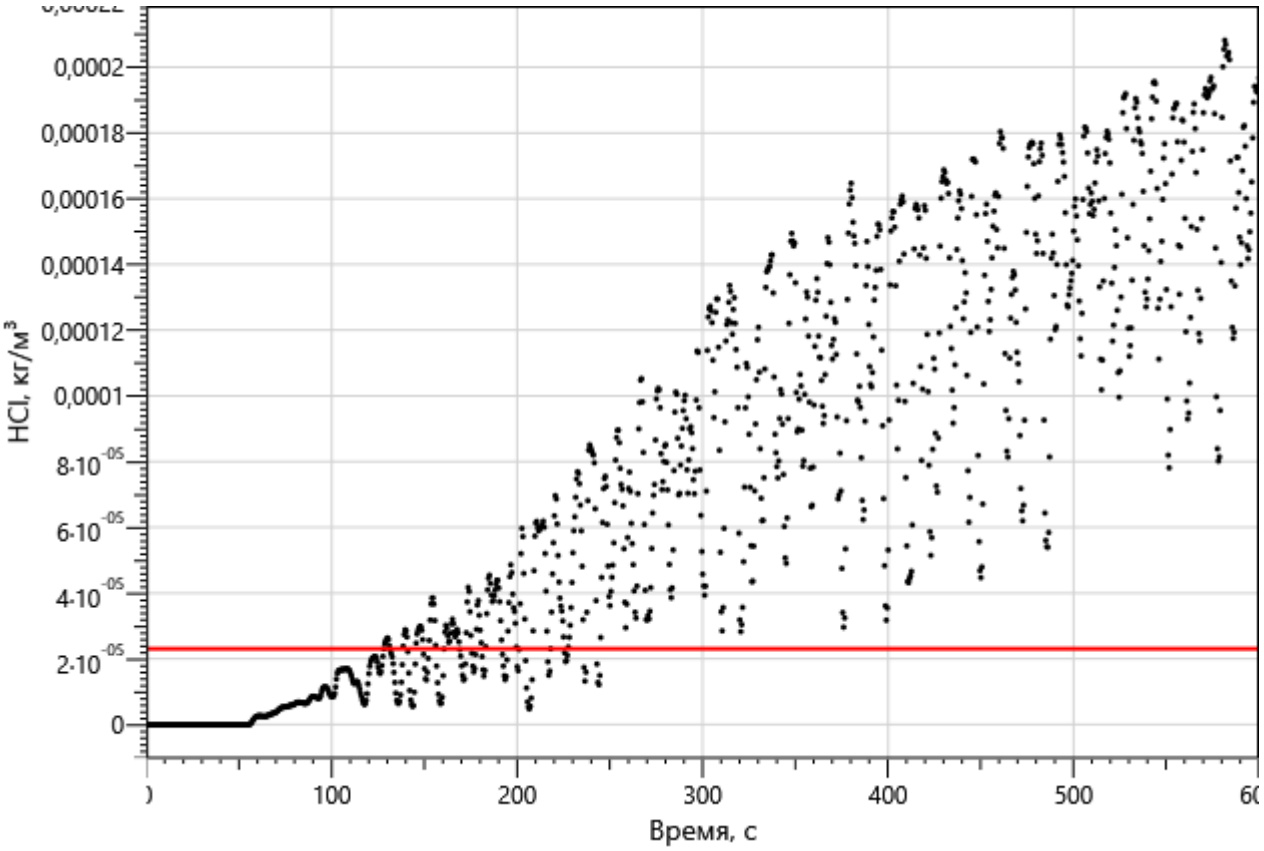


Рисунок 13 - Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

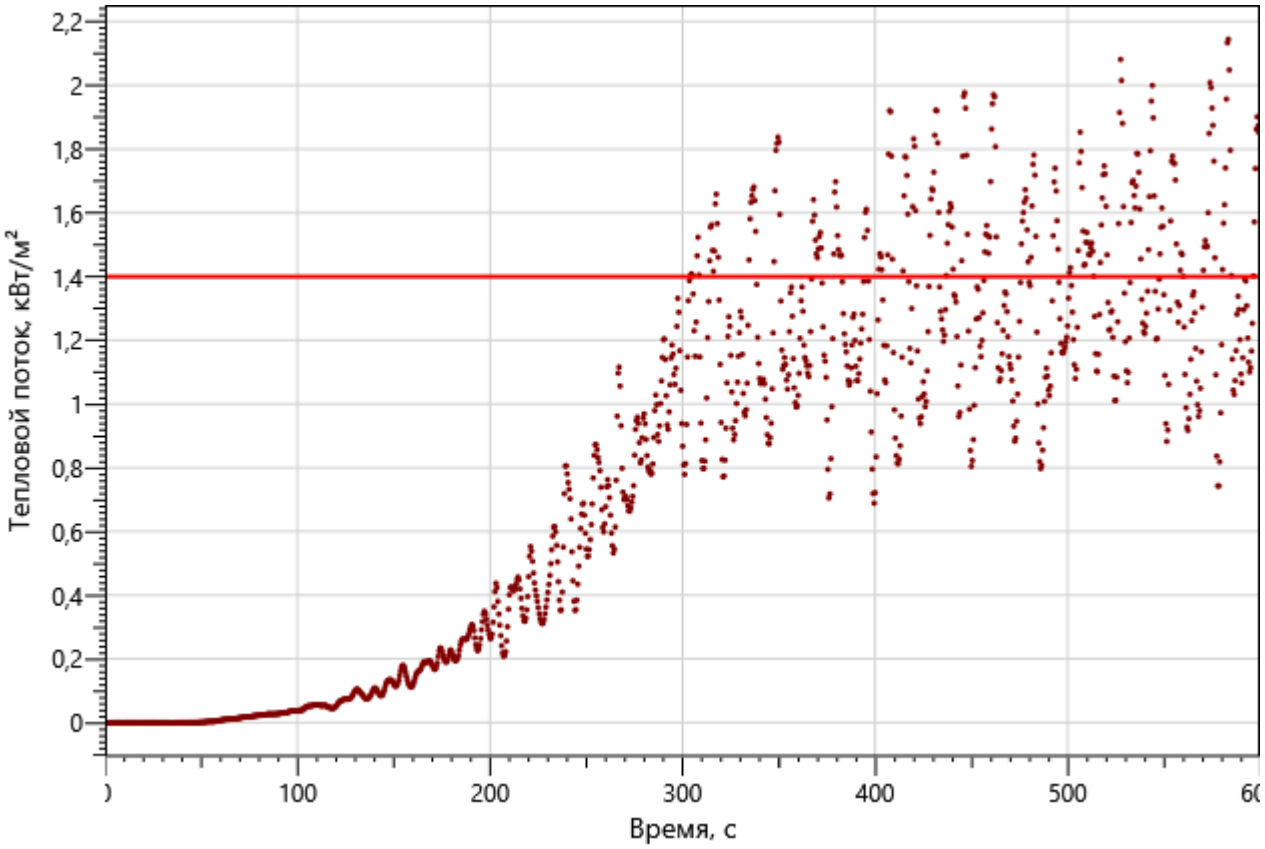


Рисунок 14 - Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

рт_02

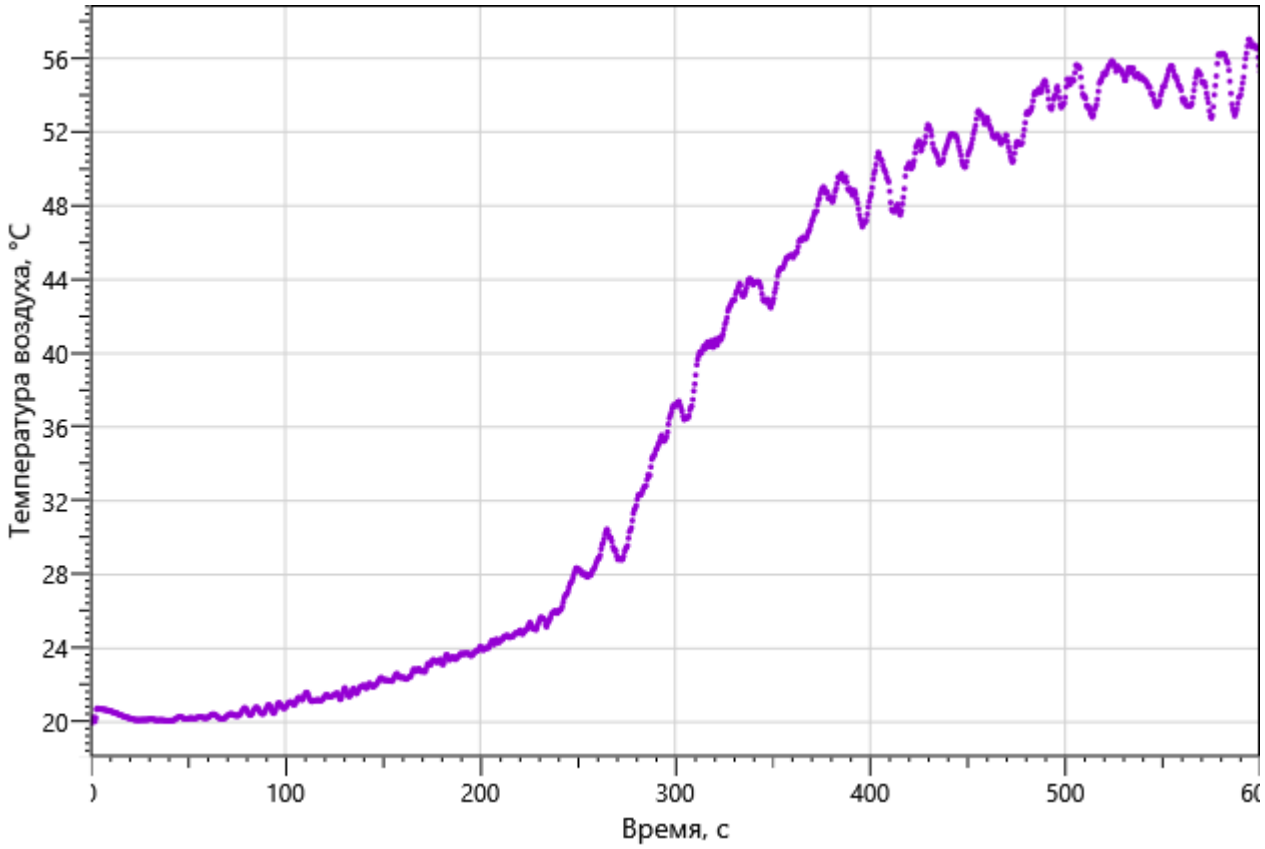


Рисунок 15 - Зависимость температуры от длительности пожара

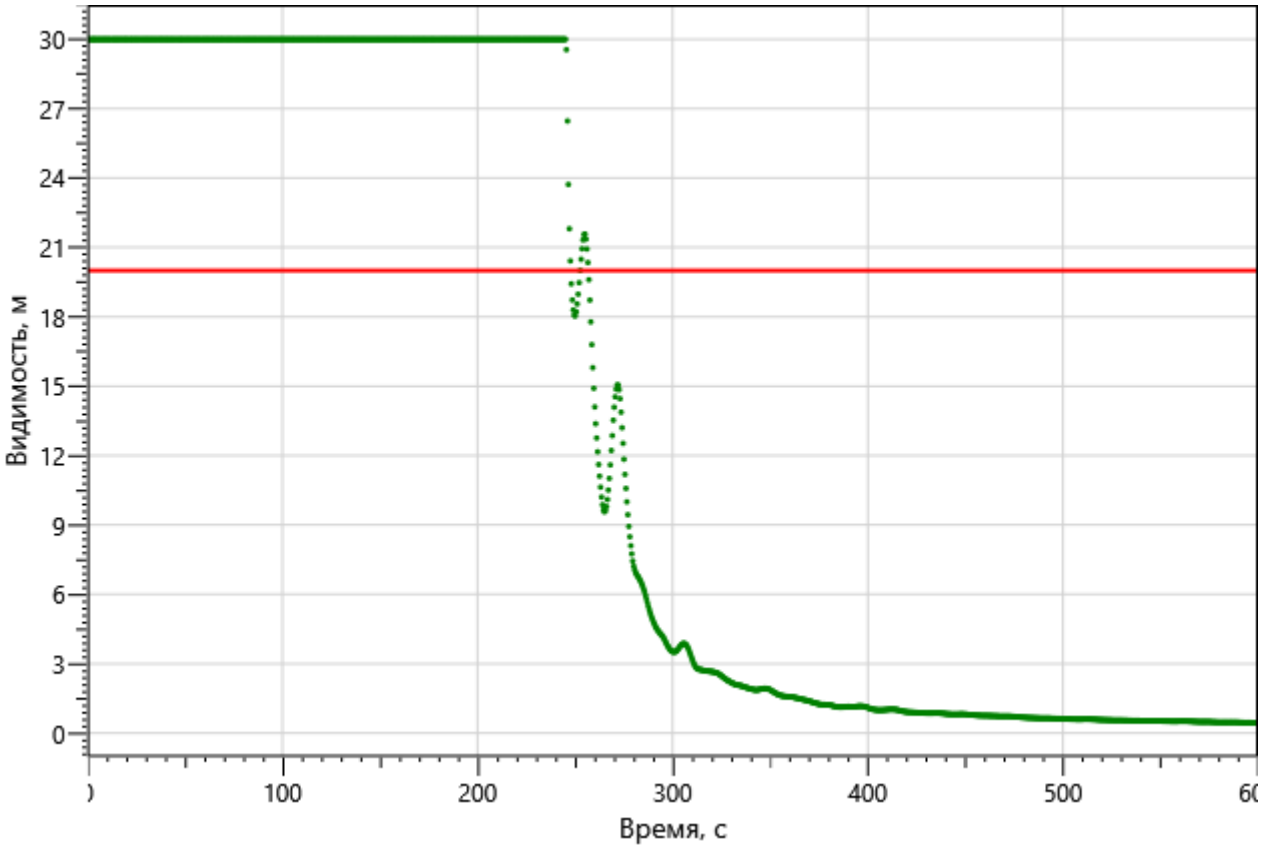


Рисунок 16 - Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

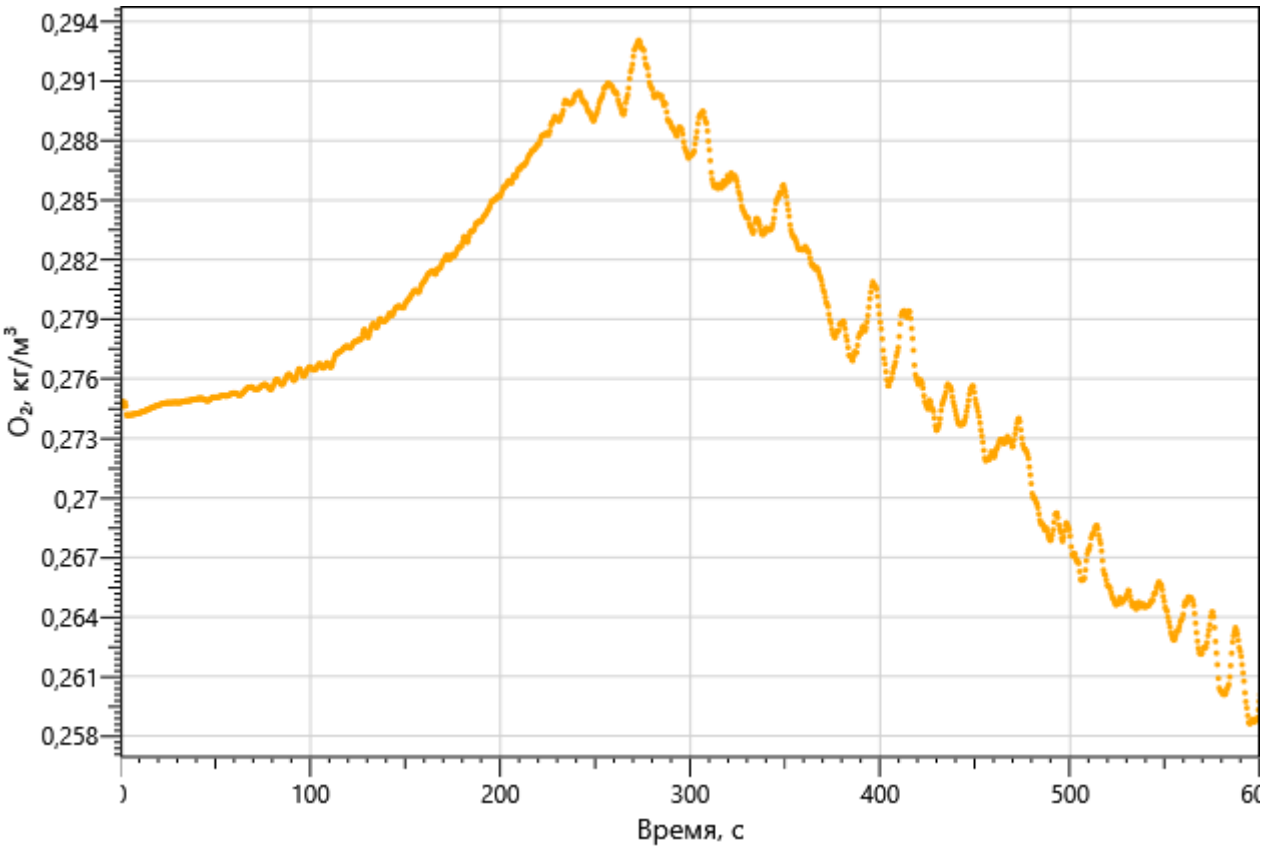


Рисунок 17 - Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

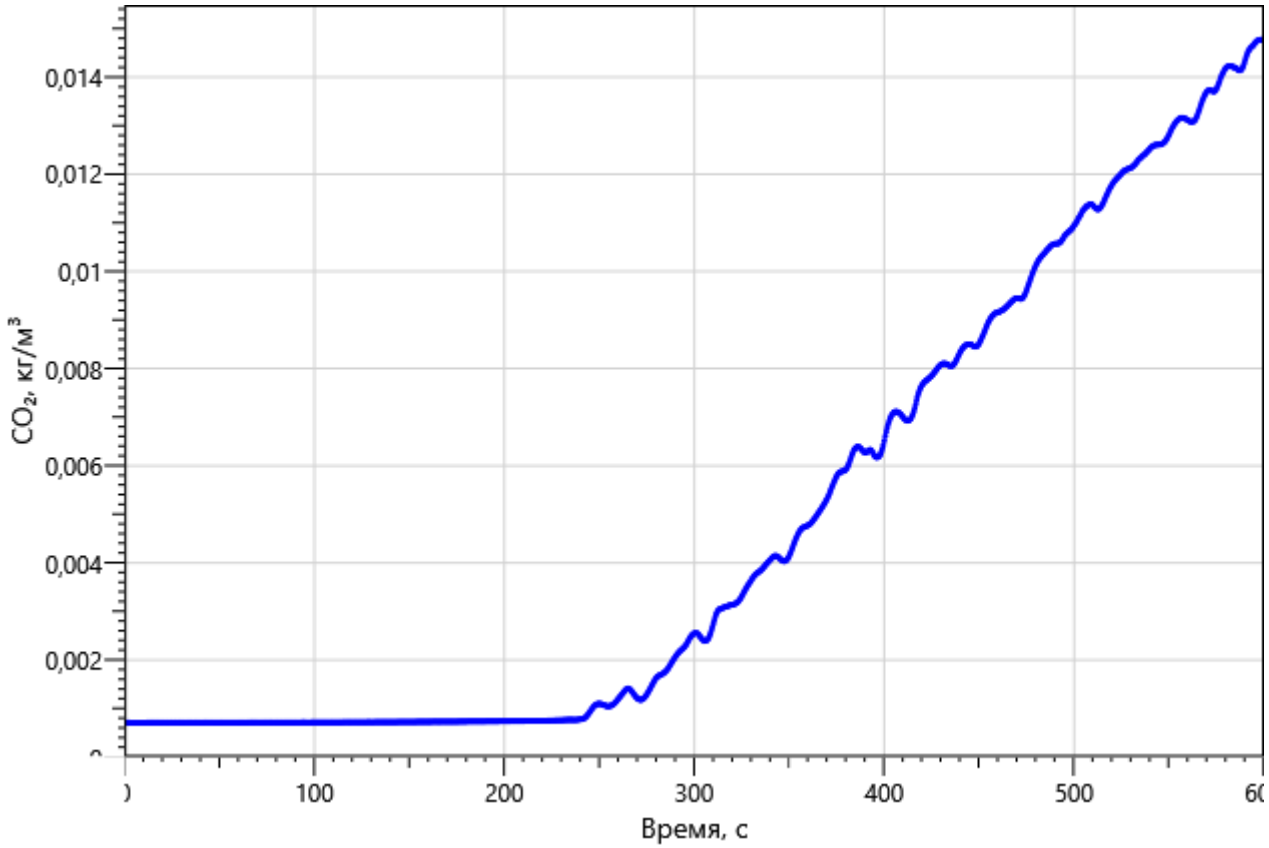


Рисунок 18 - Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

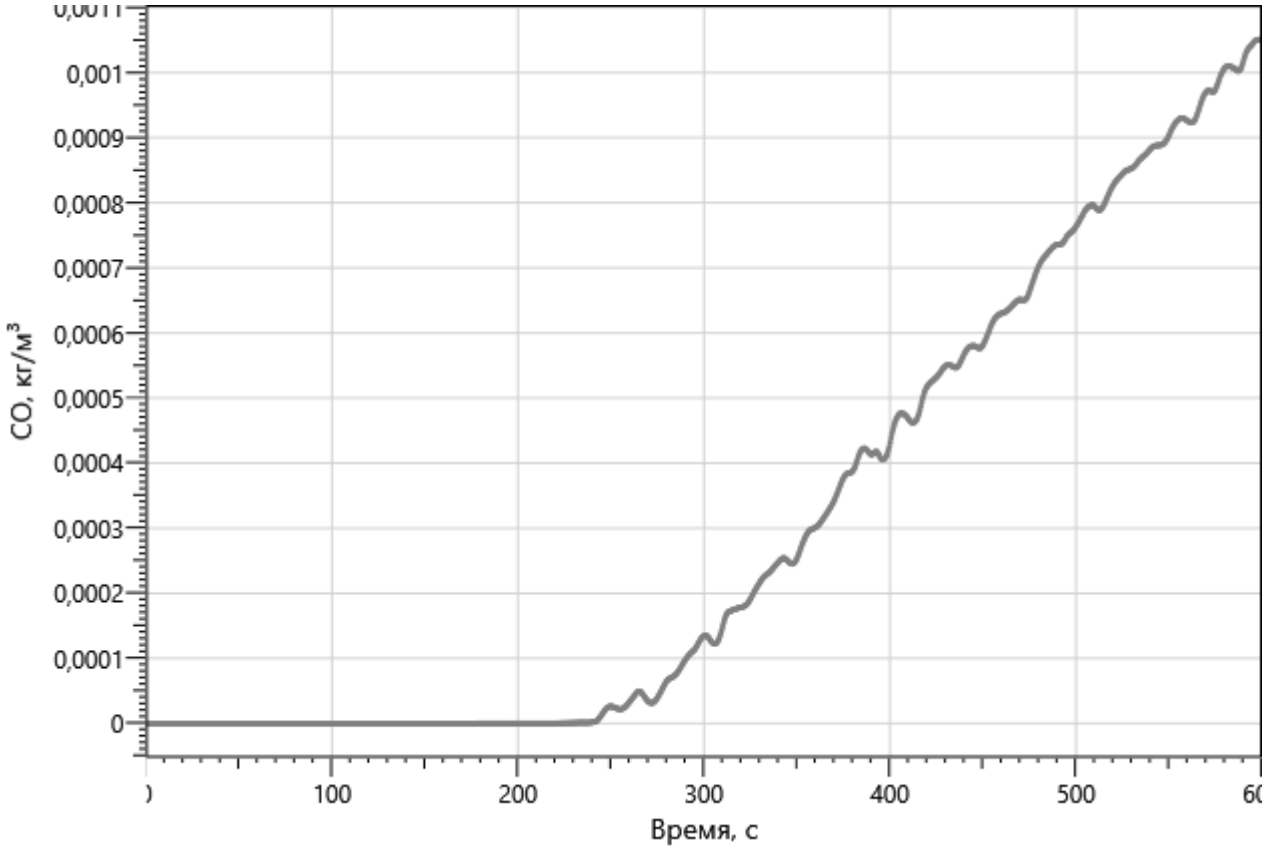


Рисунок 19 - Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

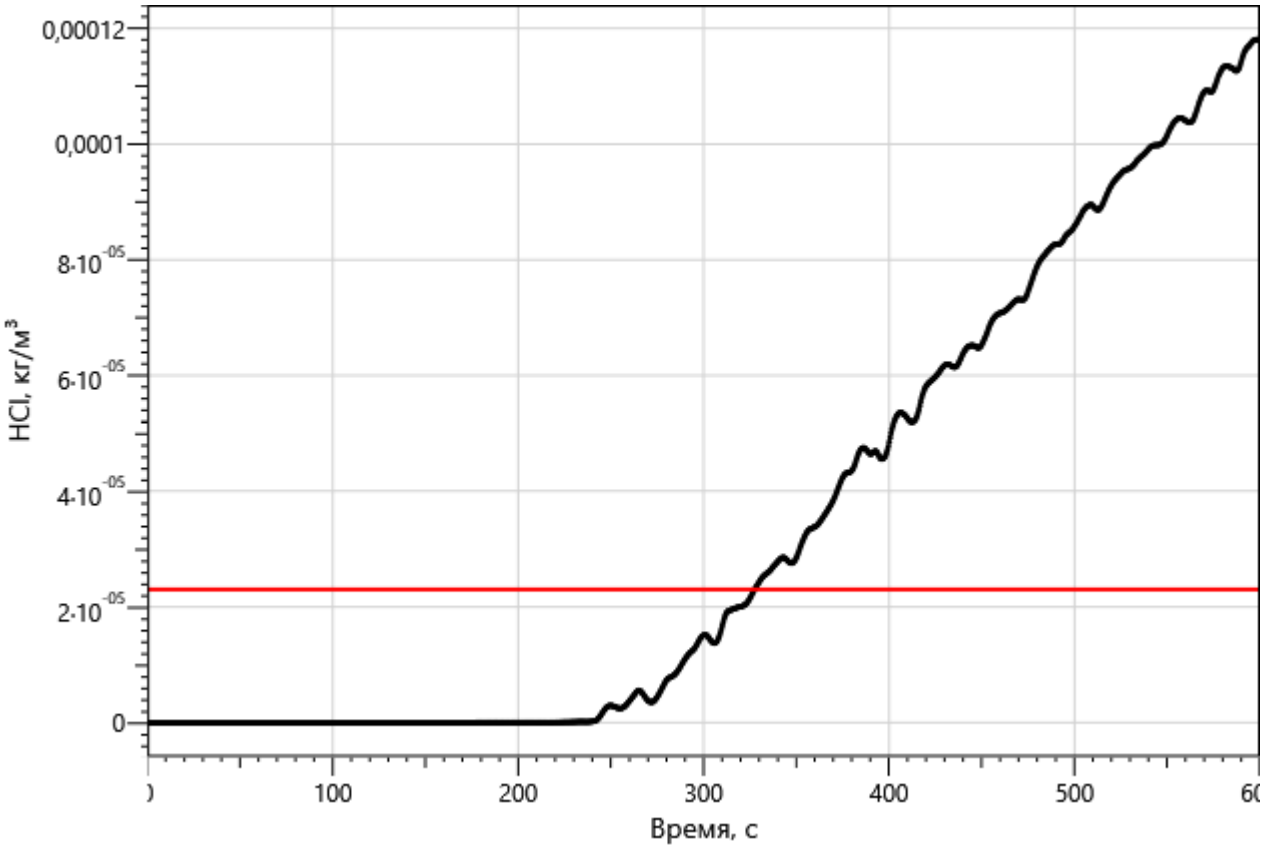


Рисунок 20 - Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

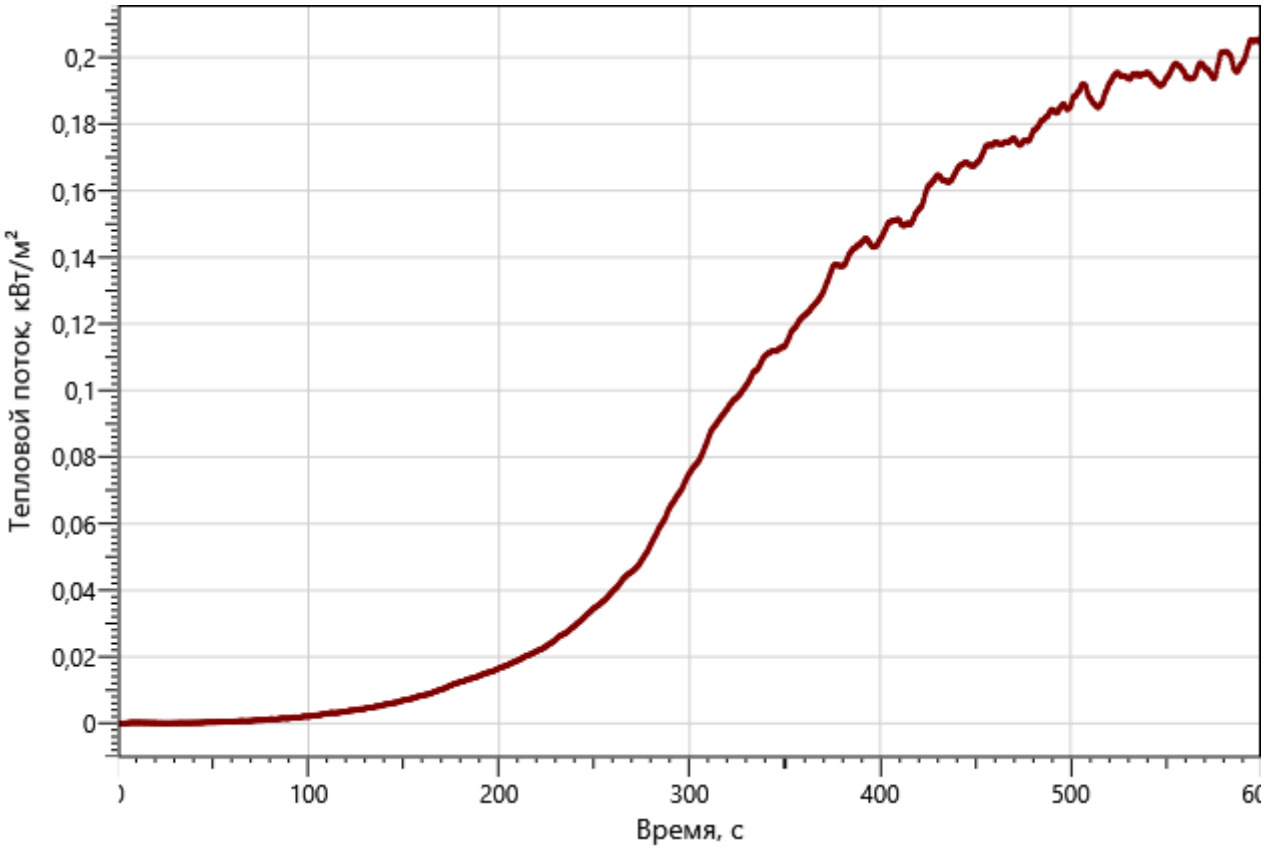


Рисунок 21 - Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

рт_03

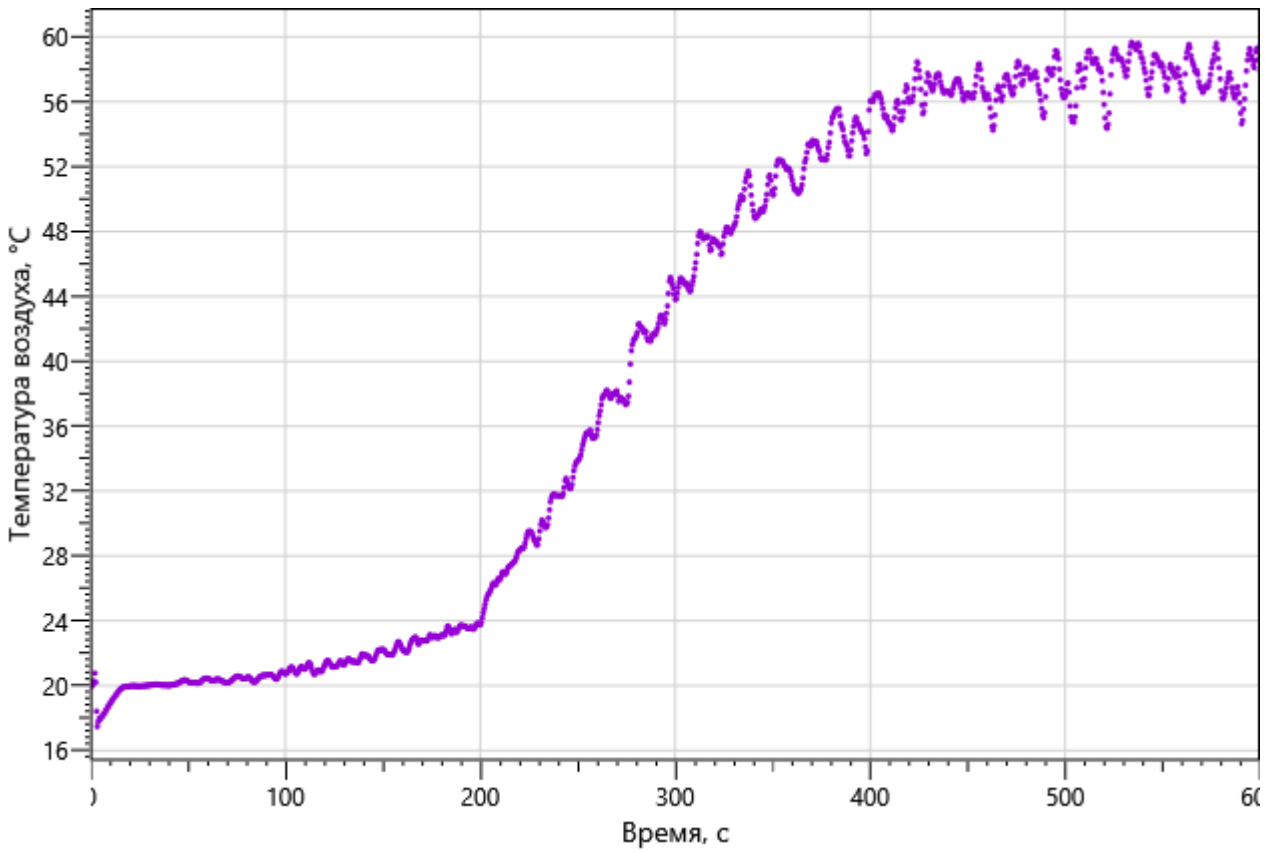


Рисунок 22 - Зависимость температуры от длительности пожара

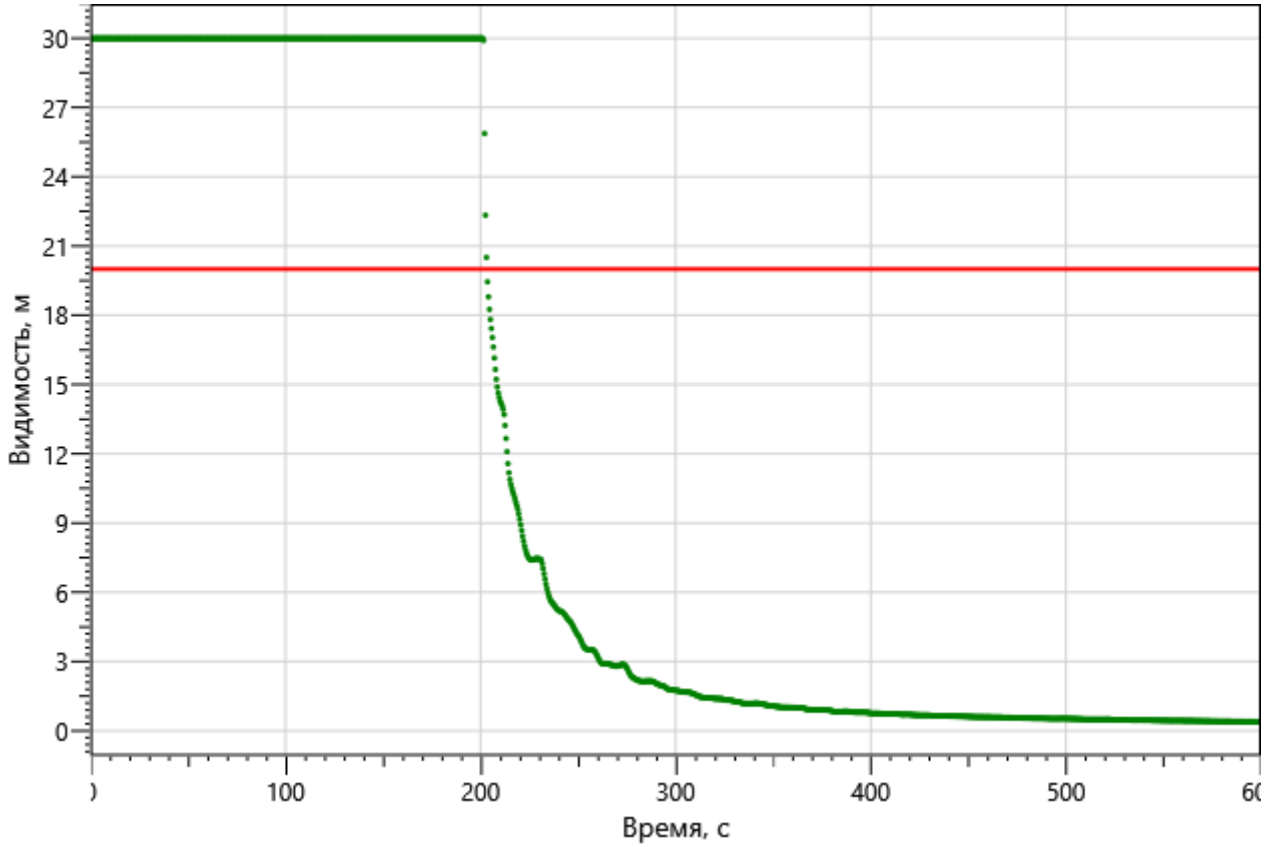


Рисунок 23 - Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

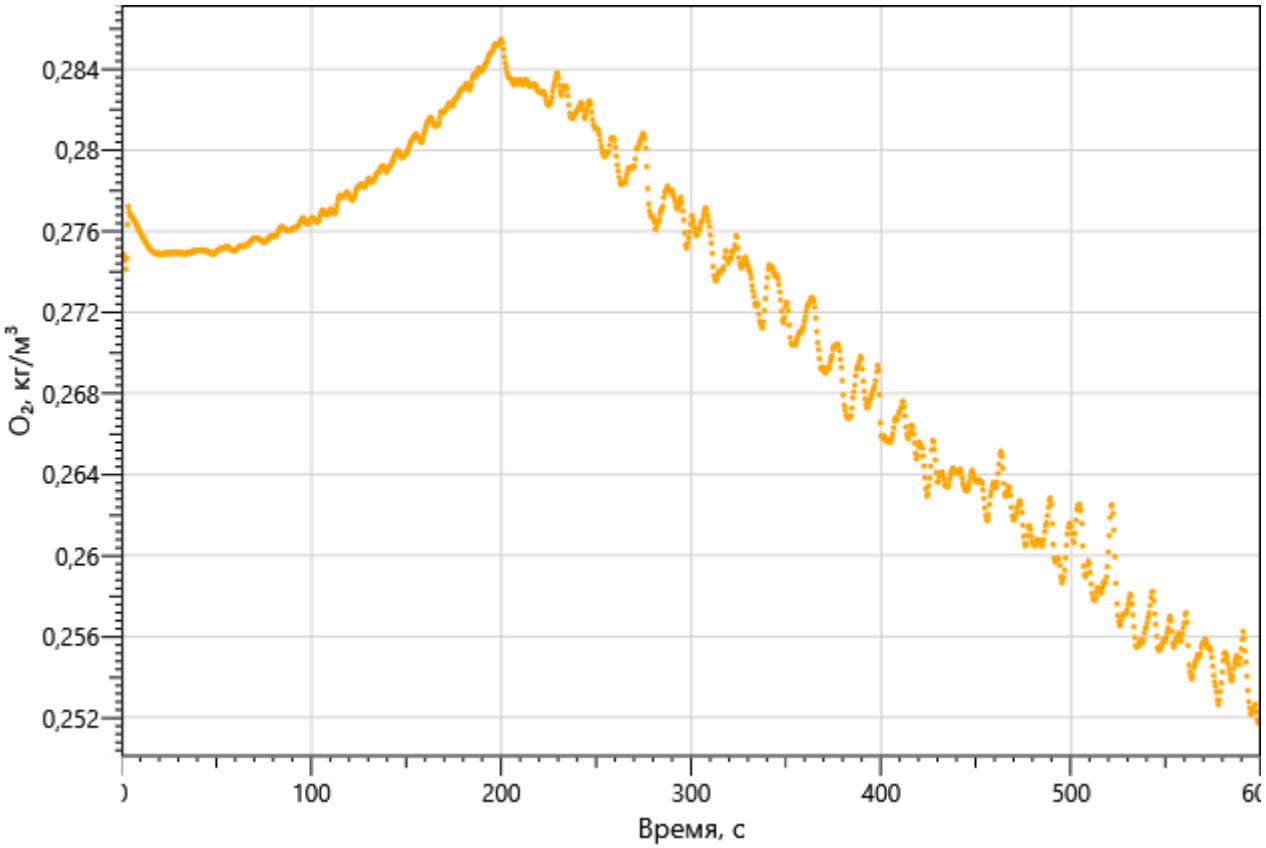


Рисунок 24 - Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

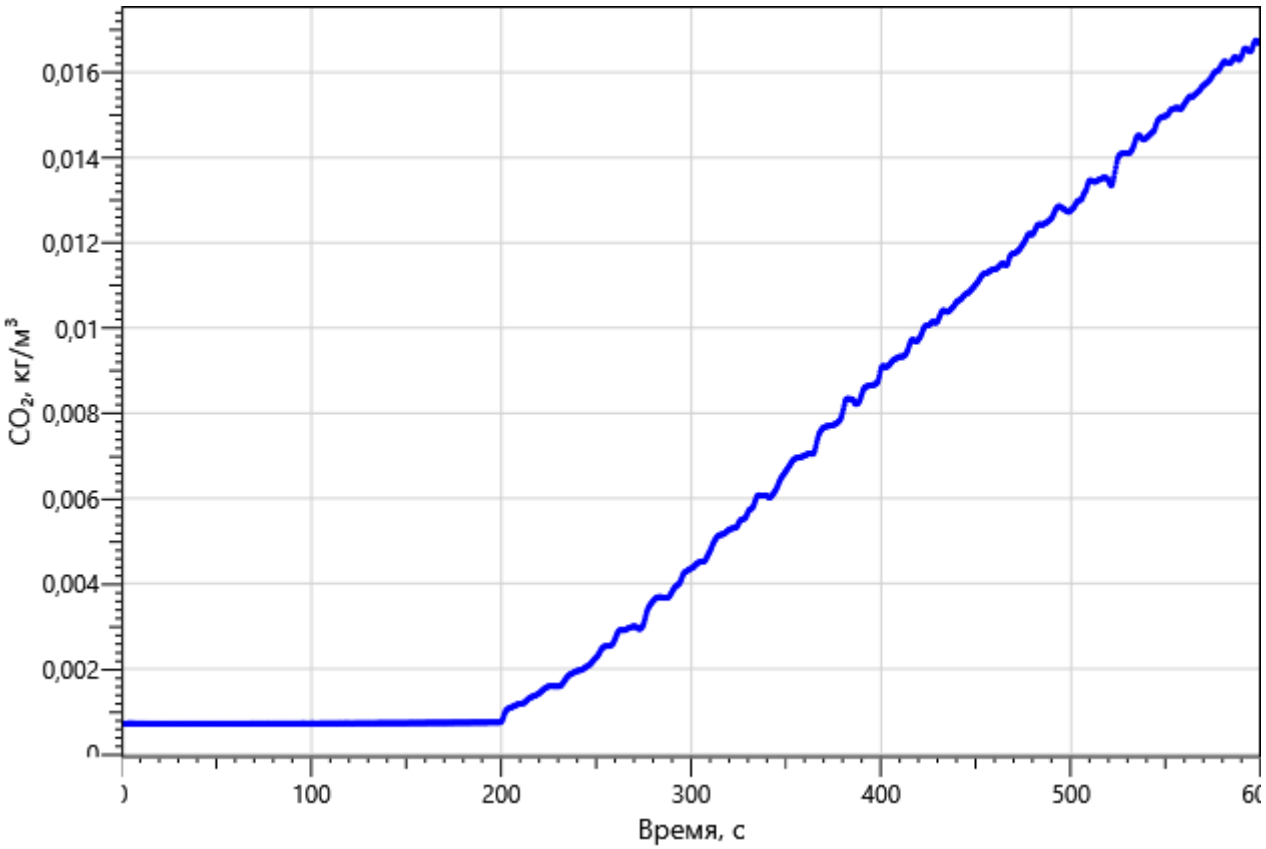


Рисунок 25 - Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

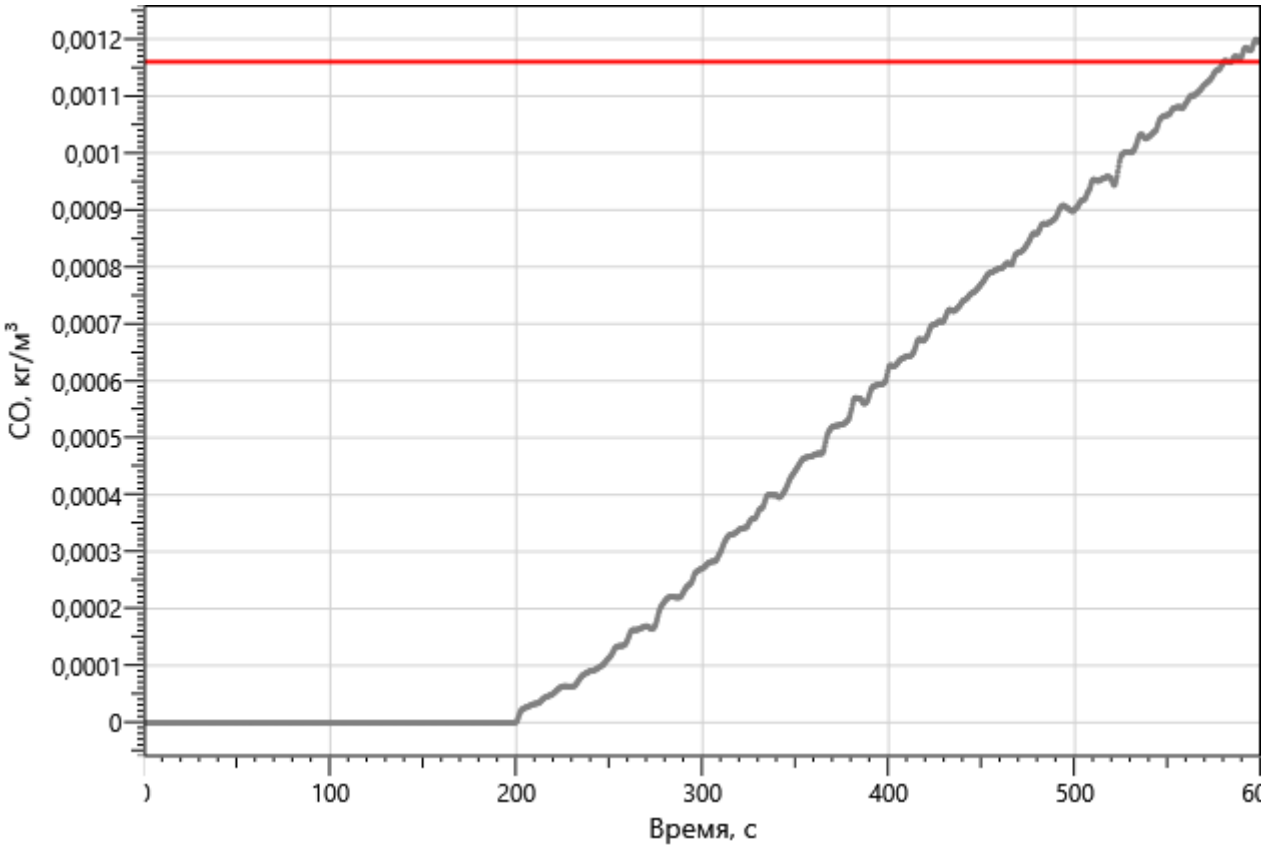


Рисунок 26 - Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

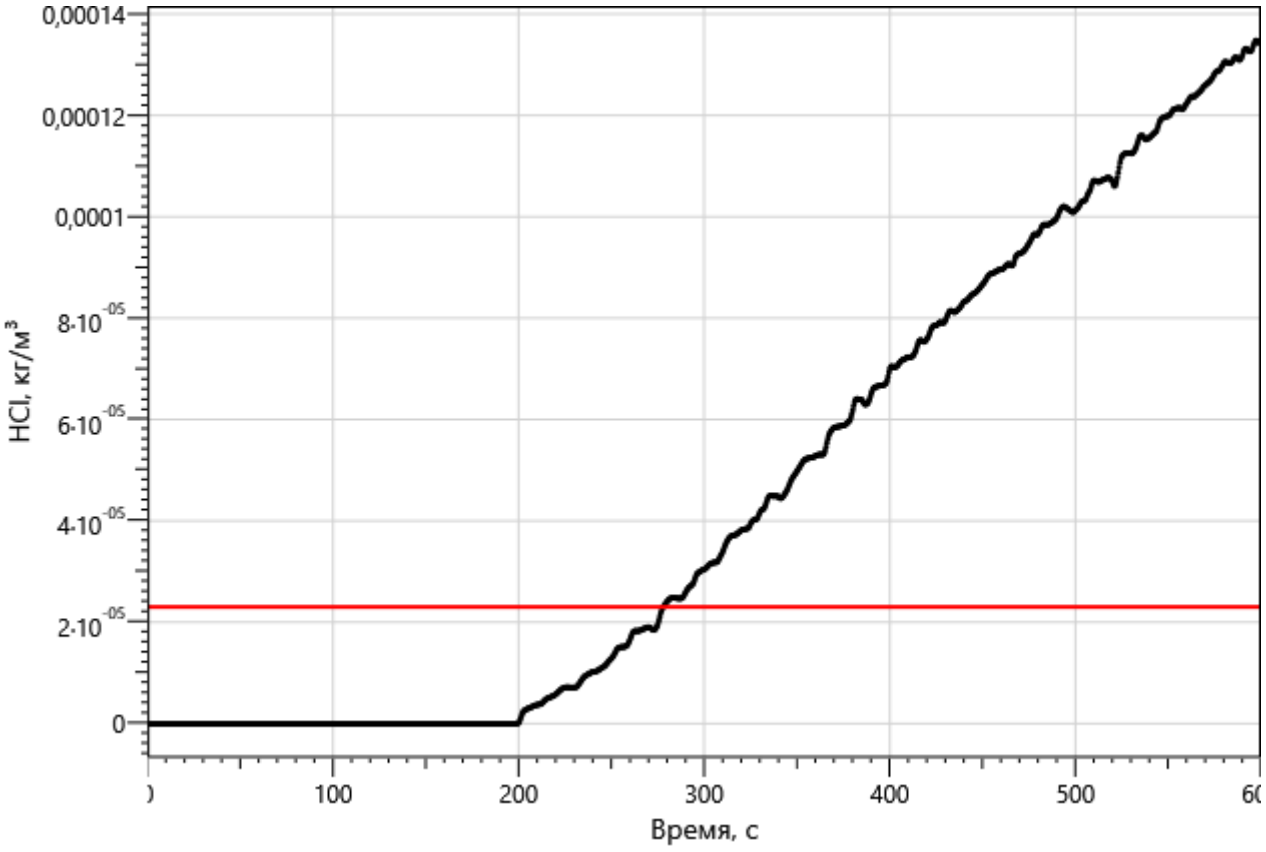


Рисунок 27 - Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

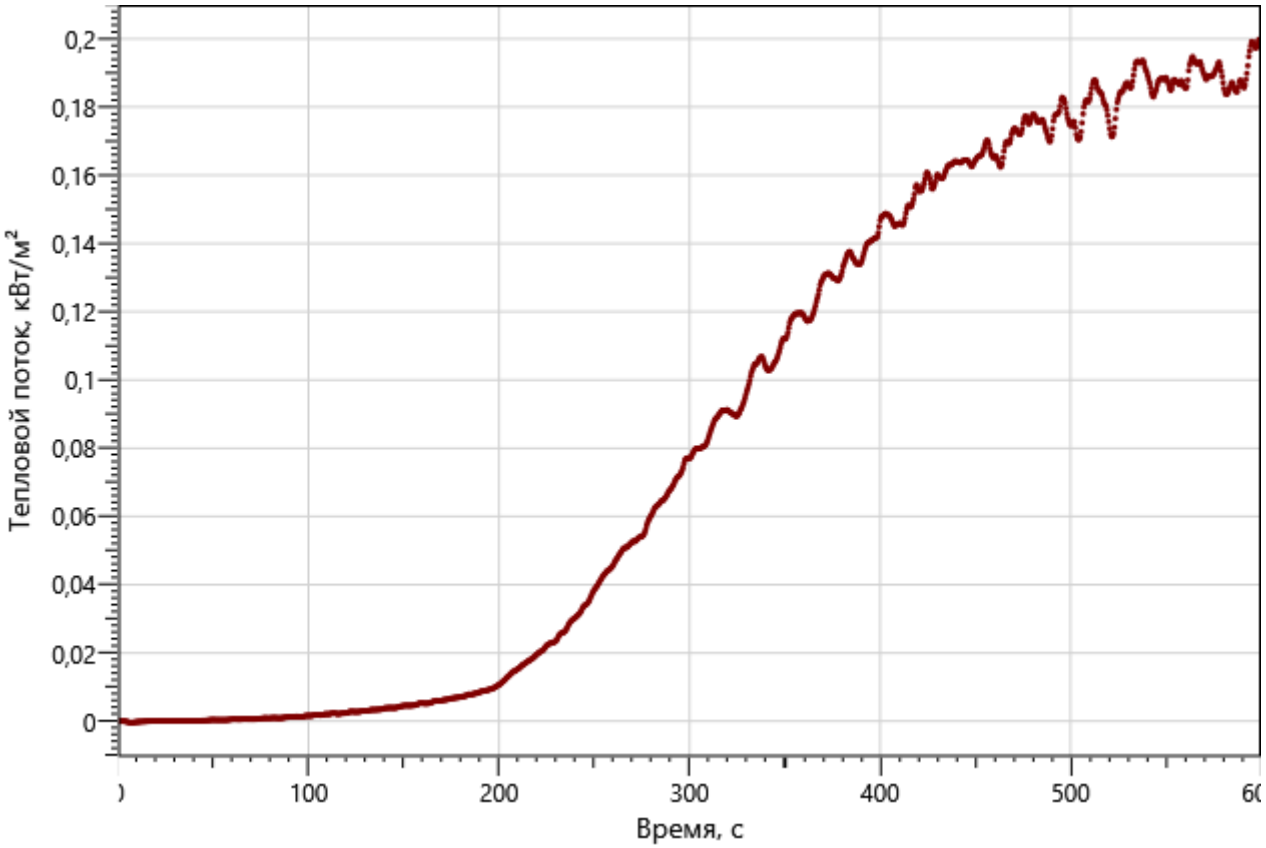


Рисунок 28 - Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

рт_04

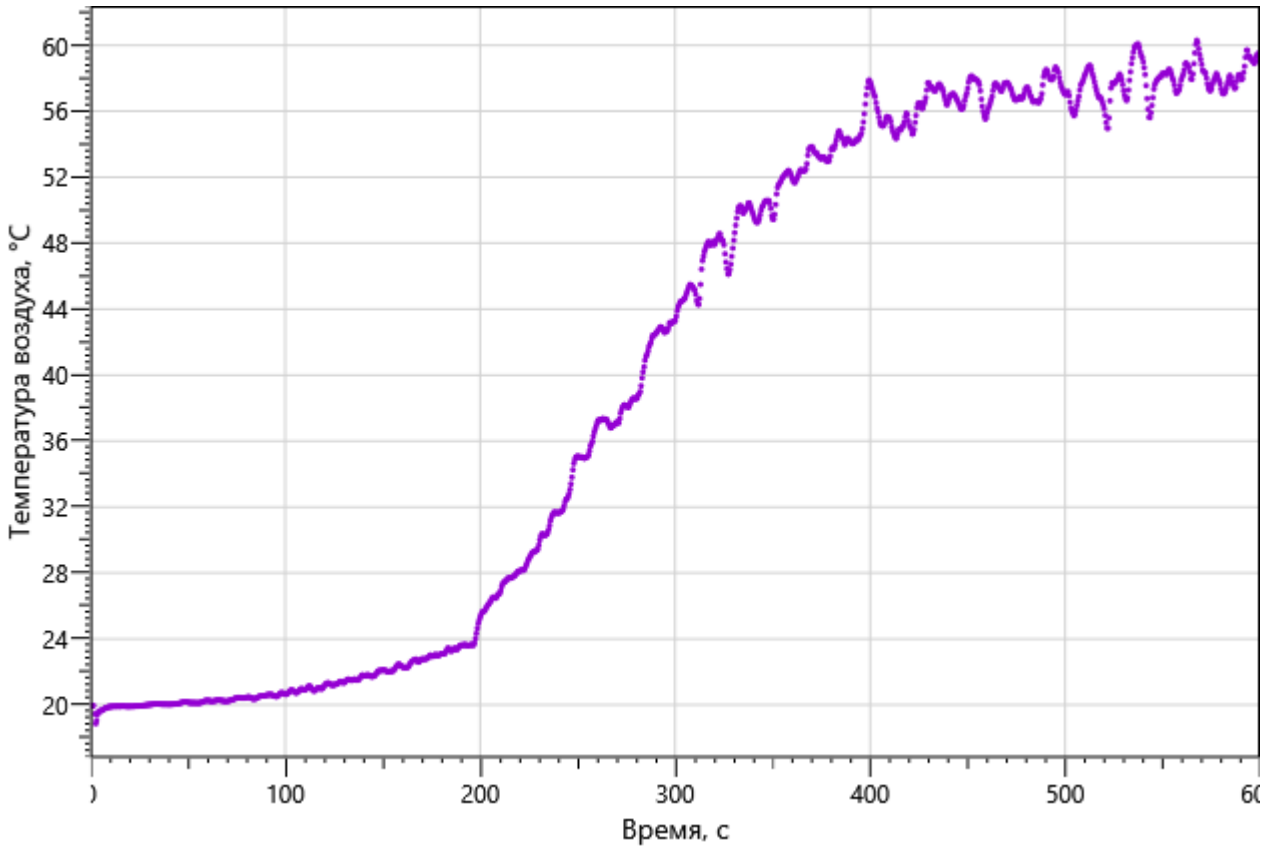


Рисунок 29 - Зависимость температуры от длительности пожара

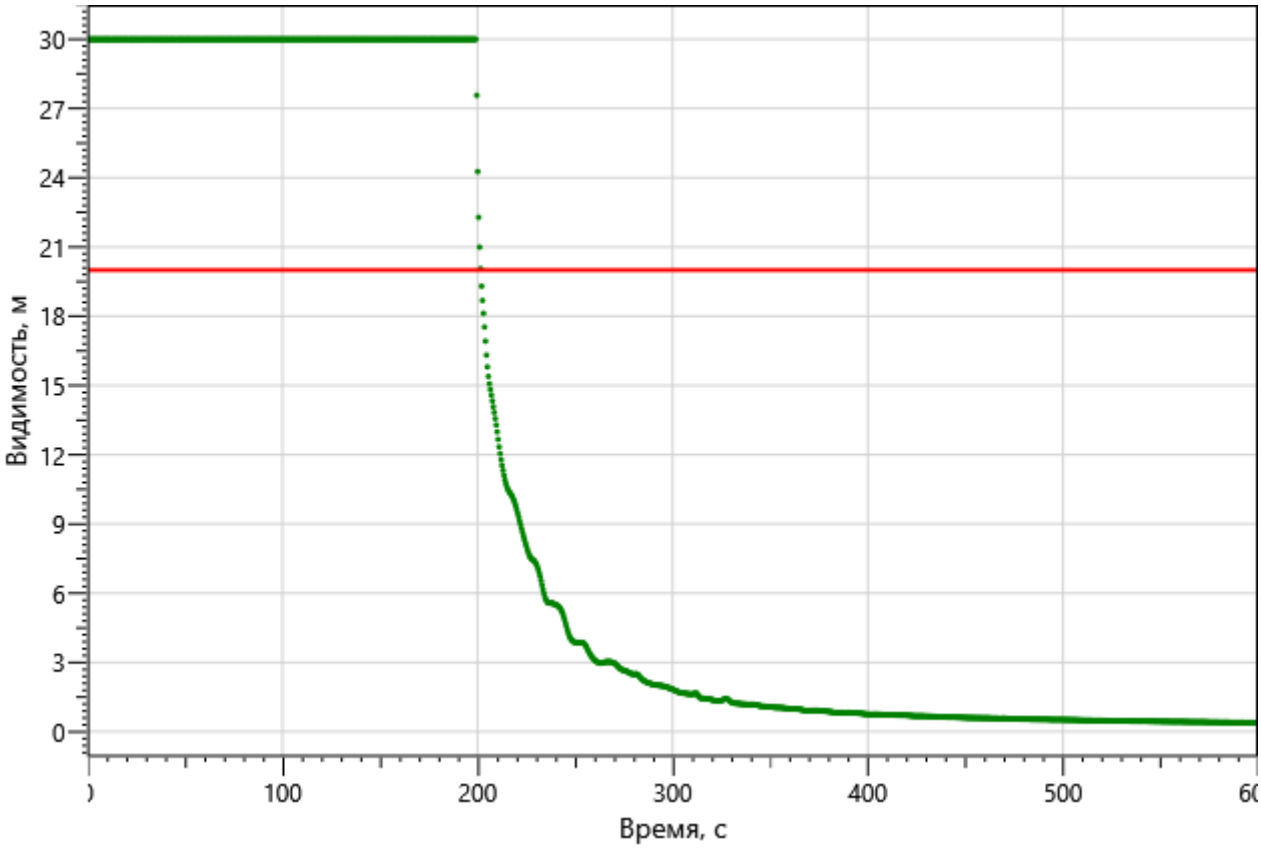


Рисунок 30 - Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

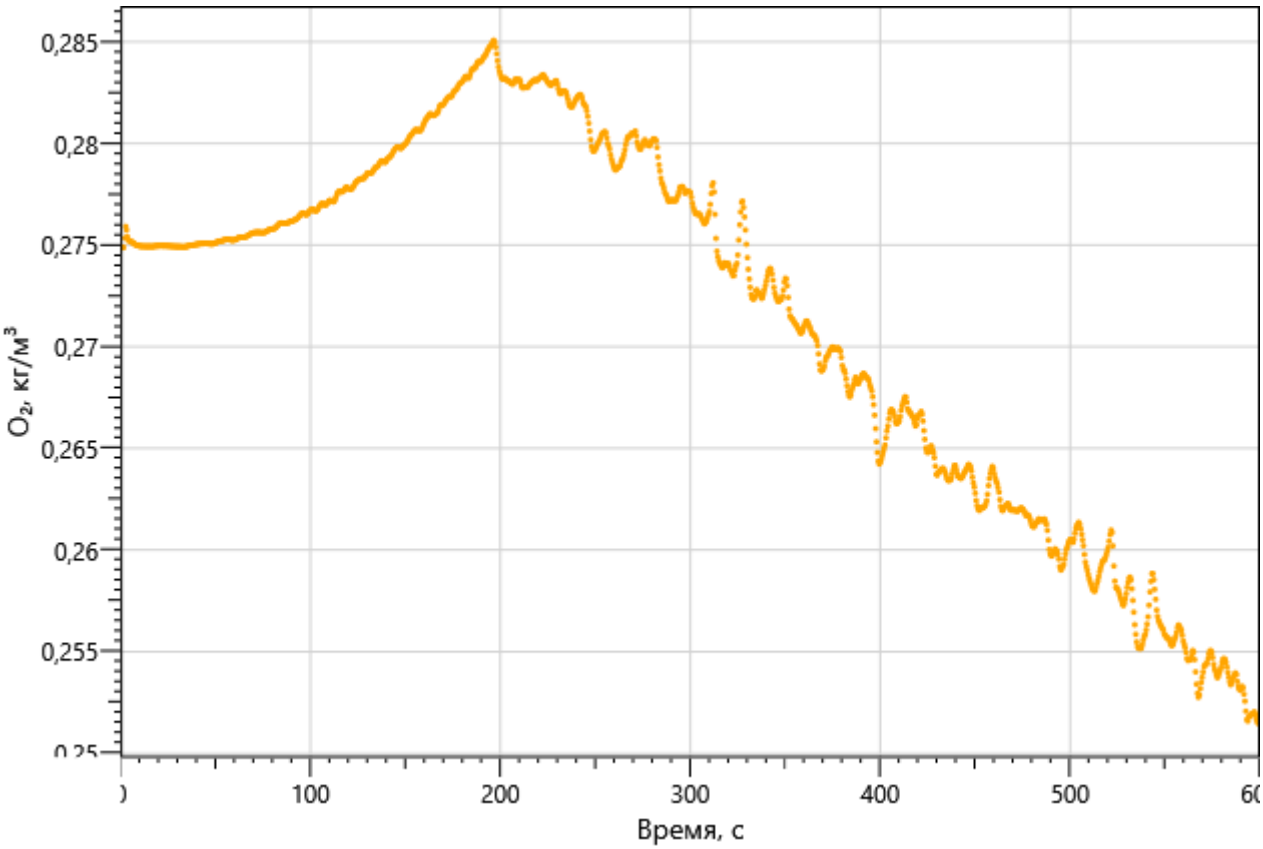


Рисунок 31 - Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

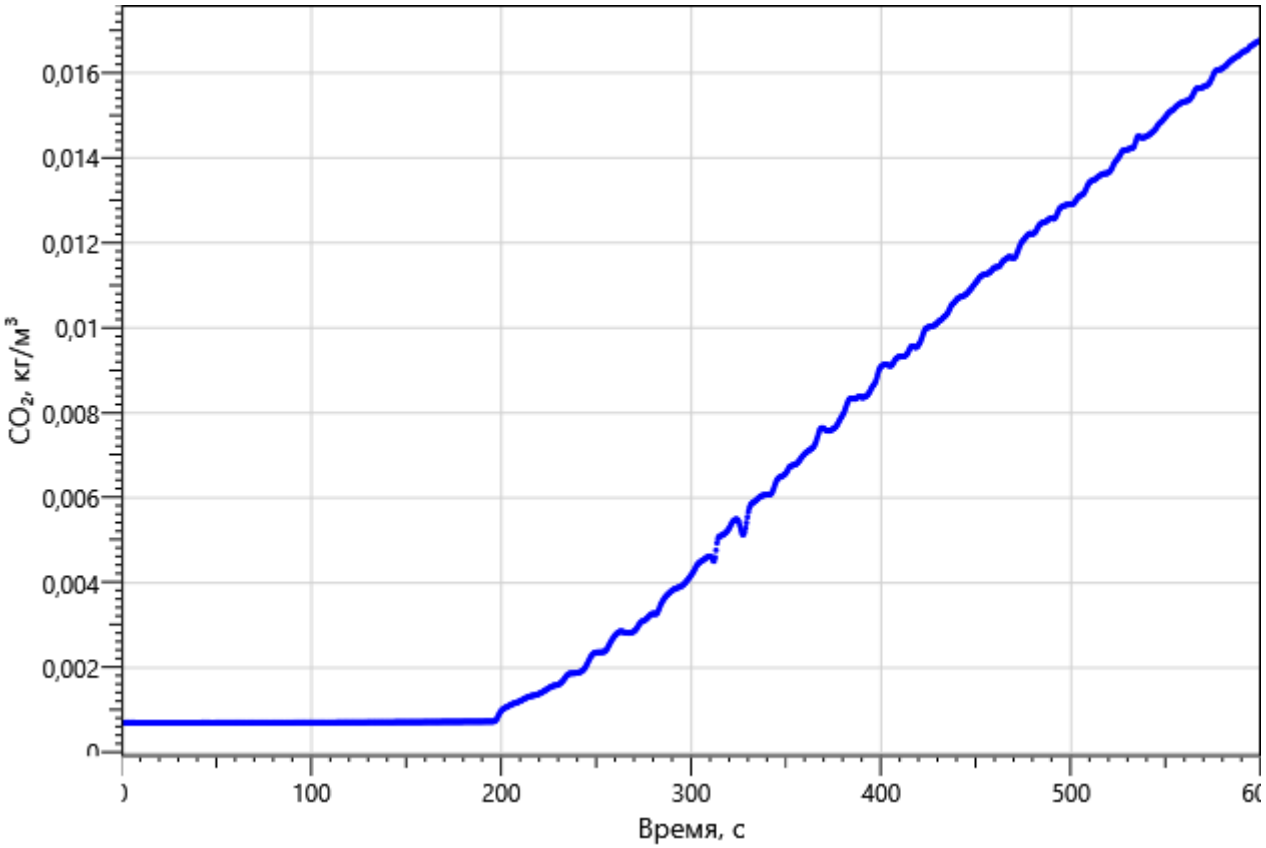


Рисунок 32 - Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

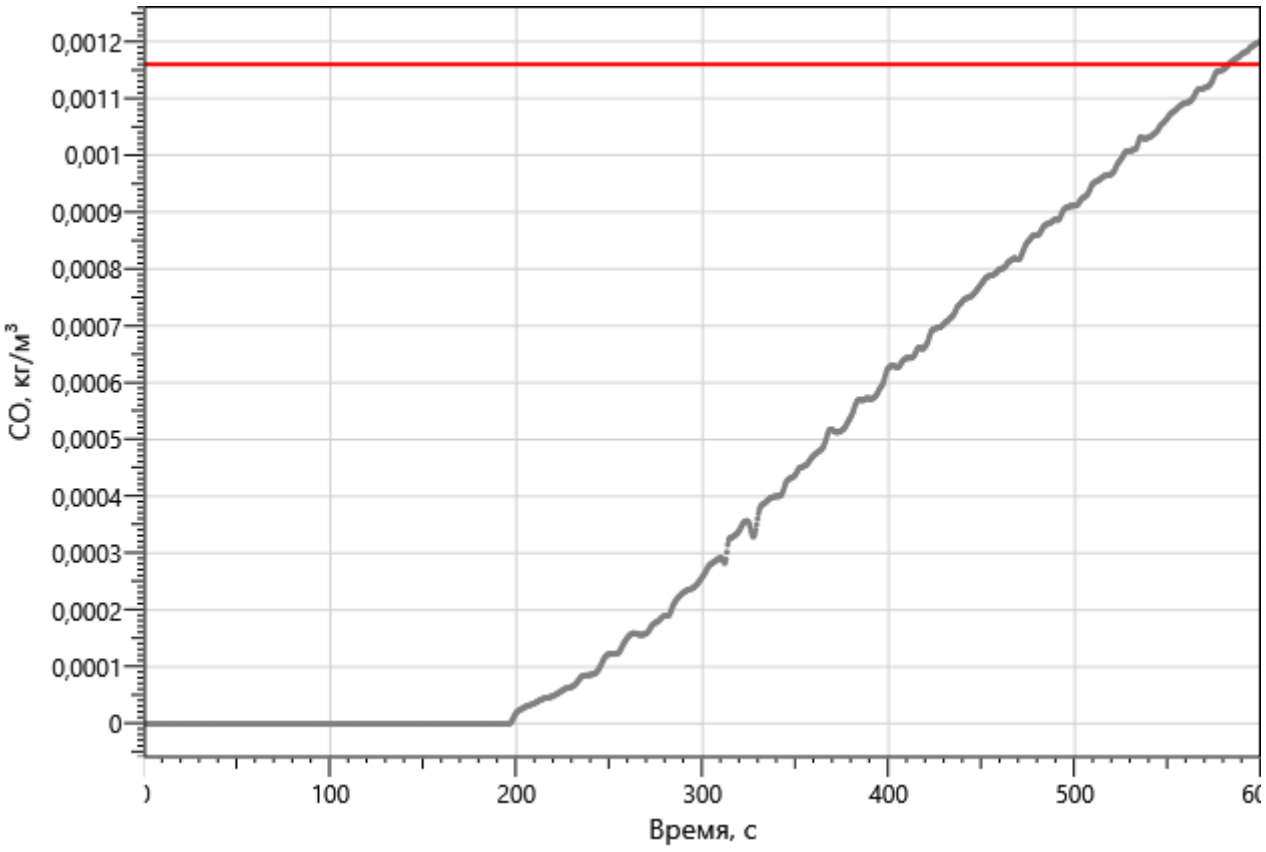


Рисунок 33 - Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

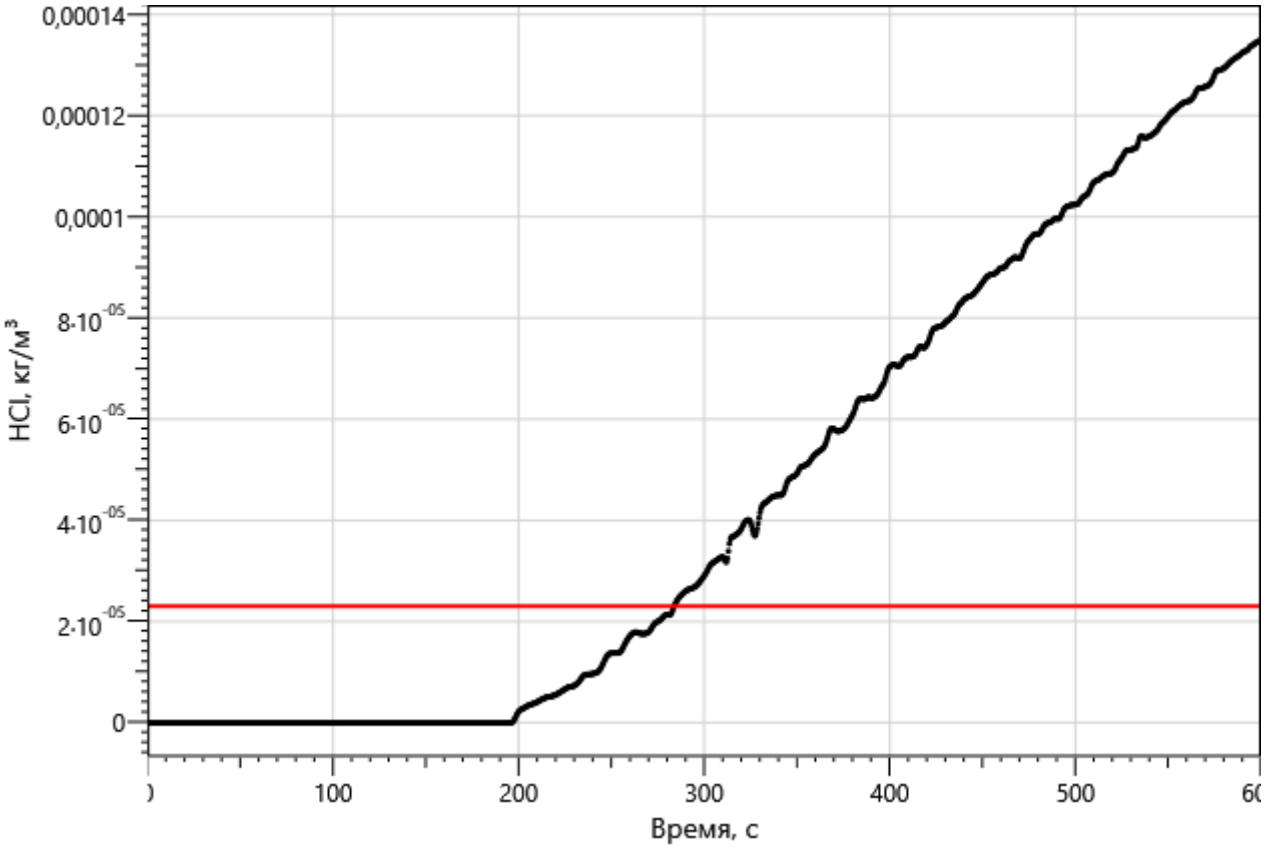


Рисунок 34 - Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

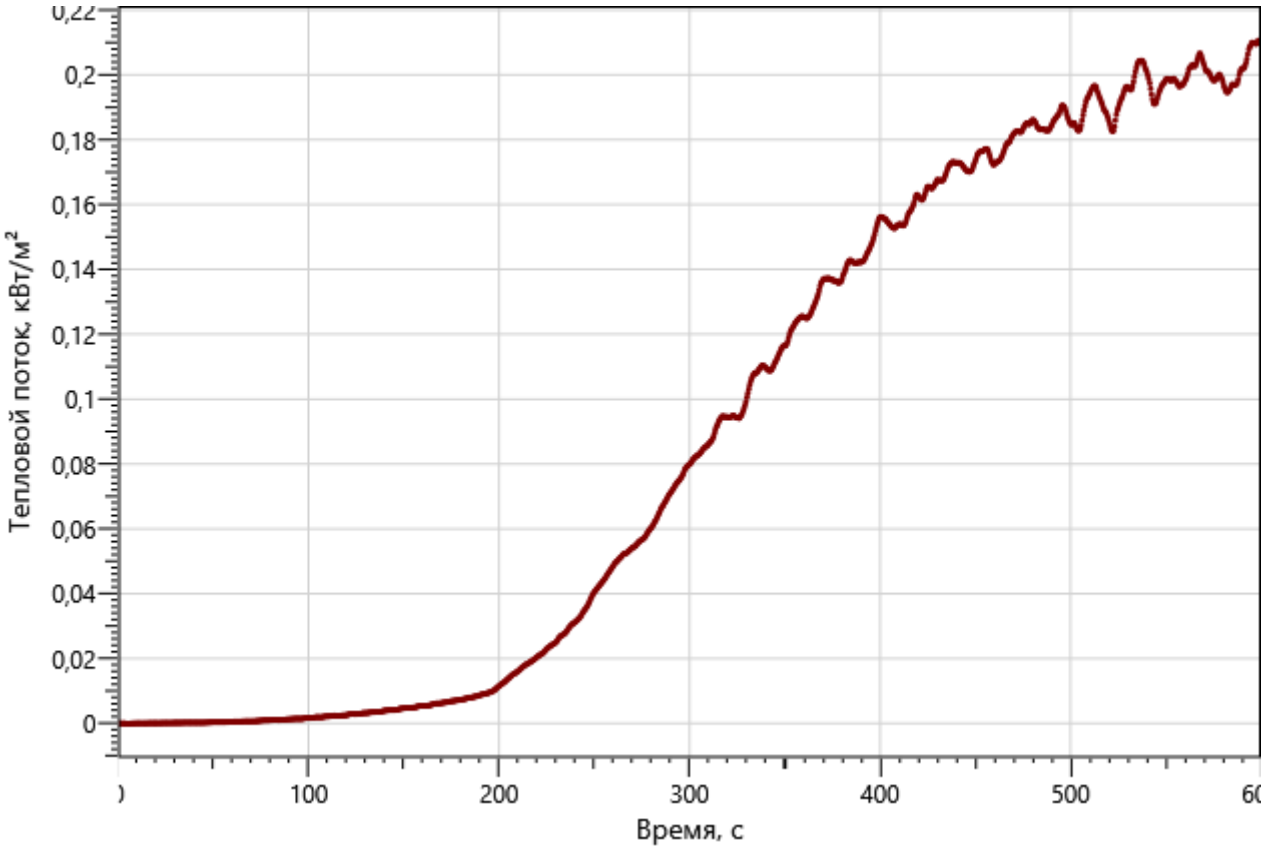


Рисунок 35 - Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

рт_05

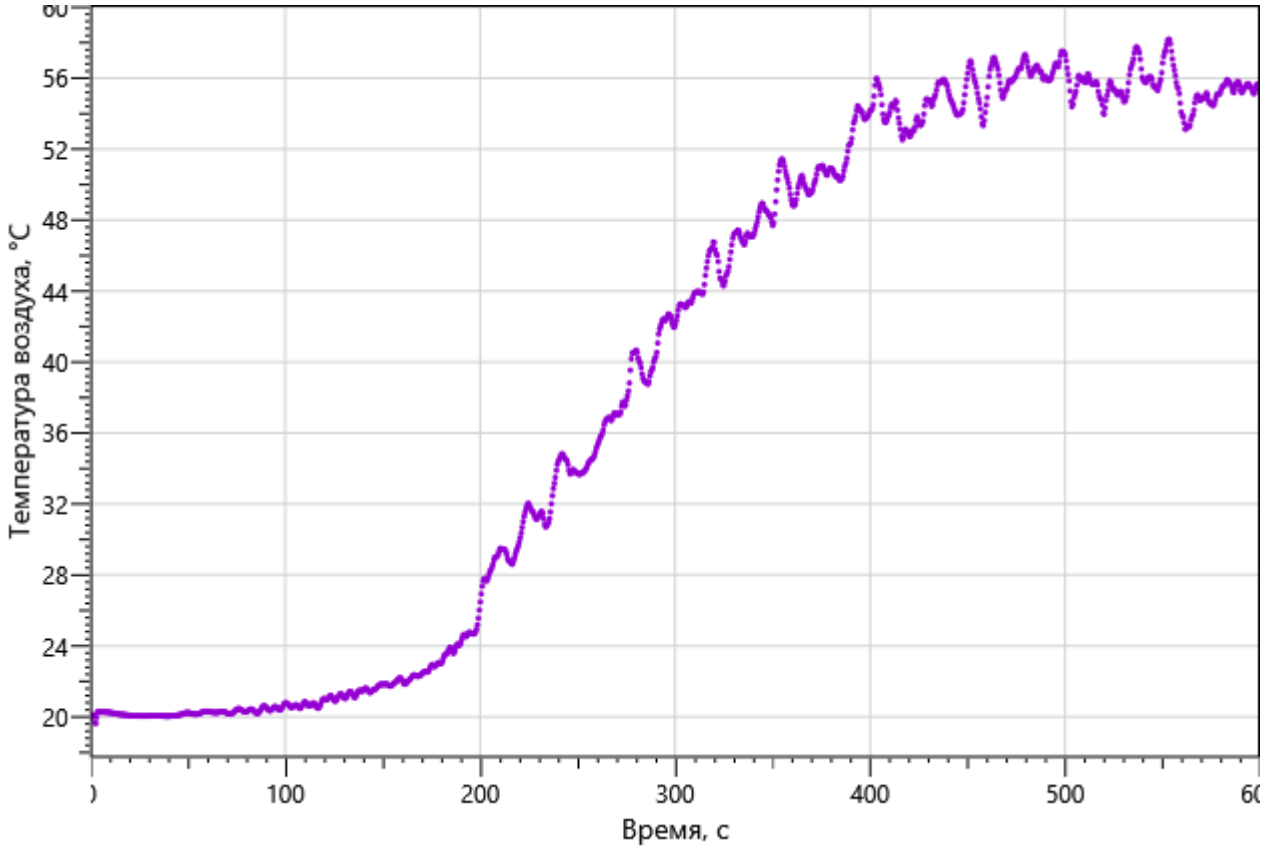


Рисунок 36 - Зависимость температуры от длительности пожара

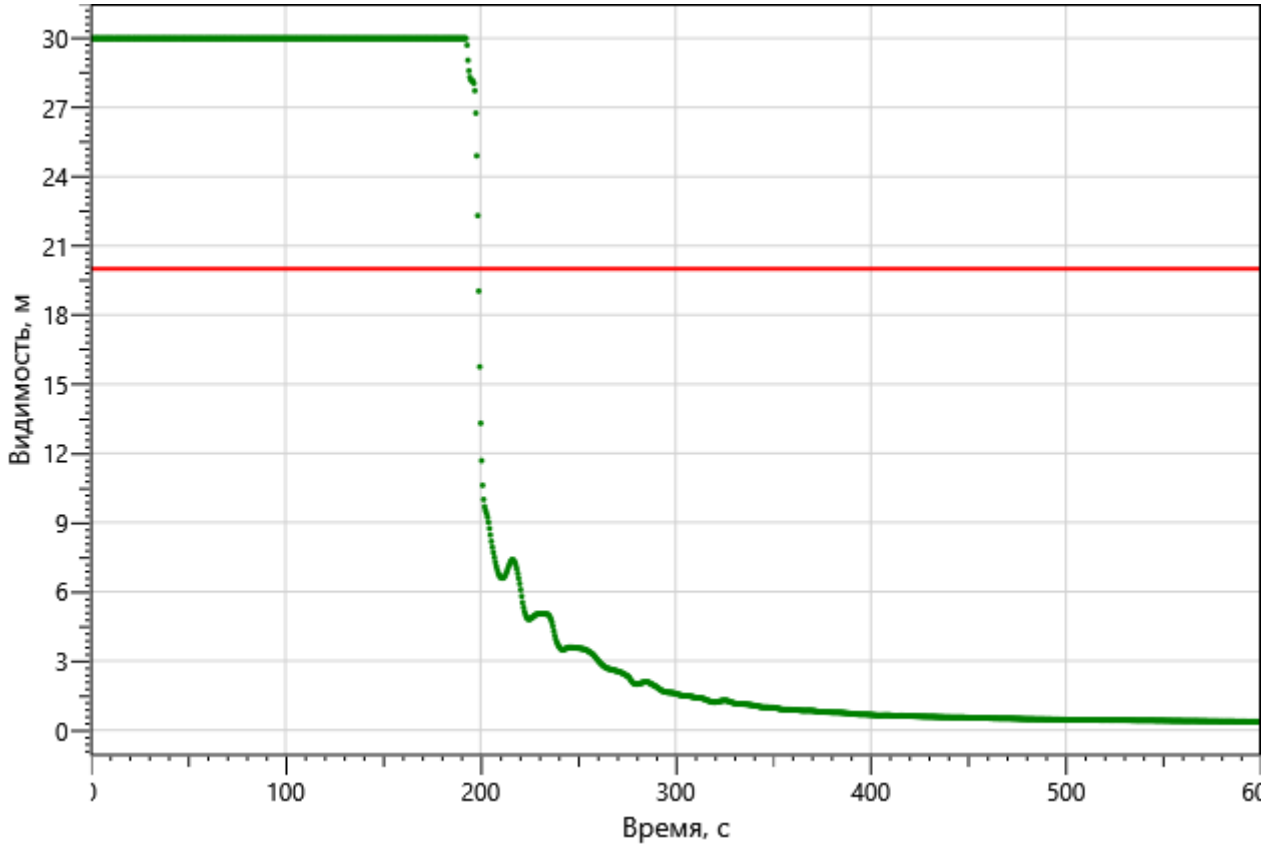


Рисунок 37 - Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

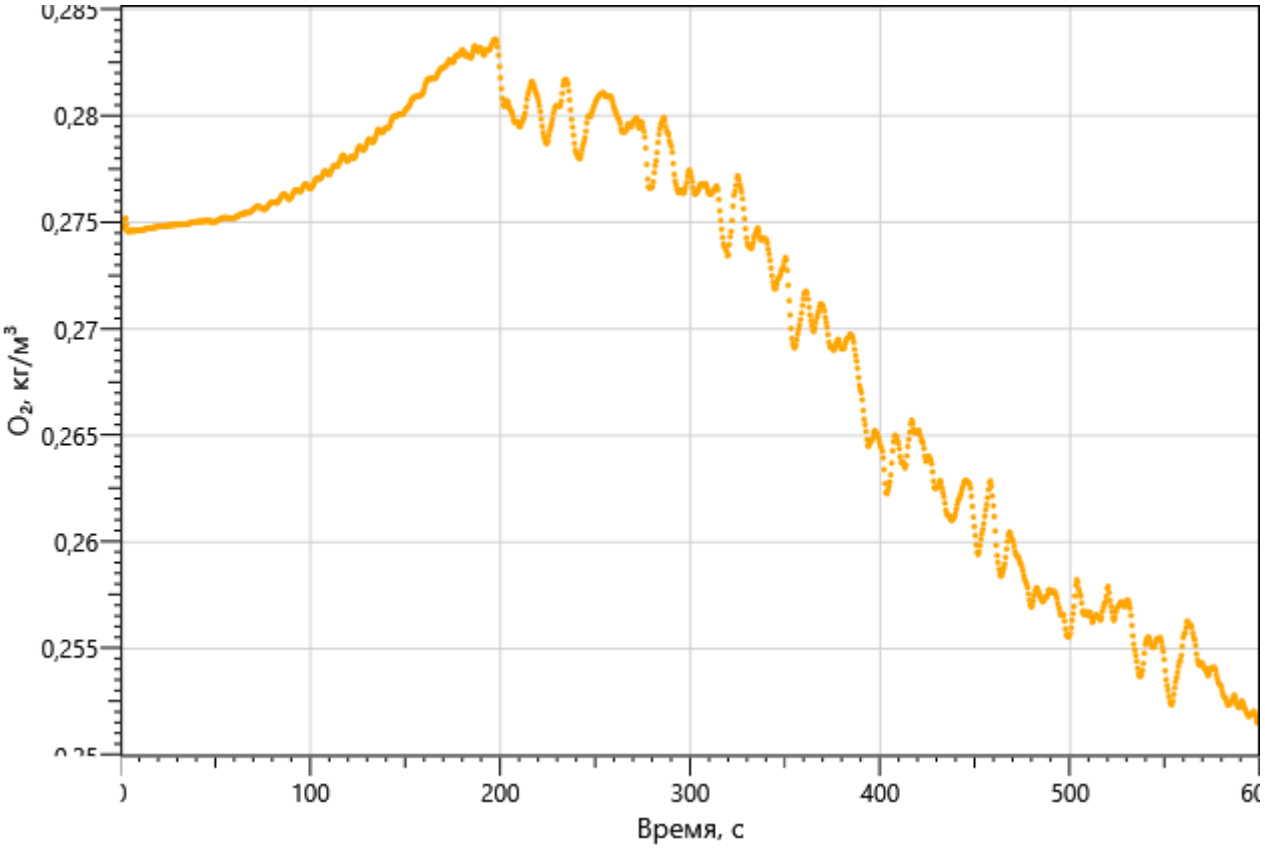


Рисунок 38 - Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

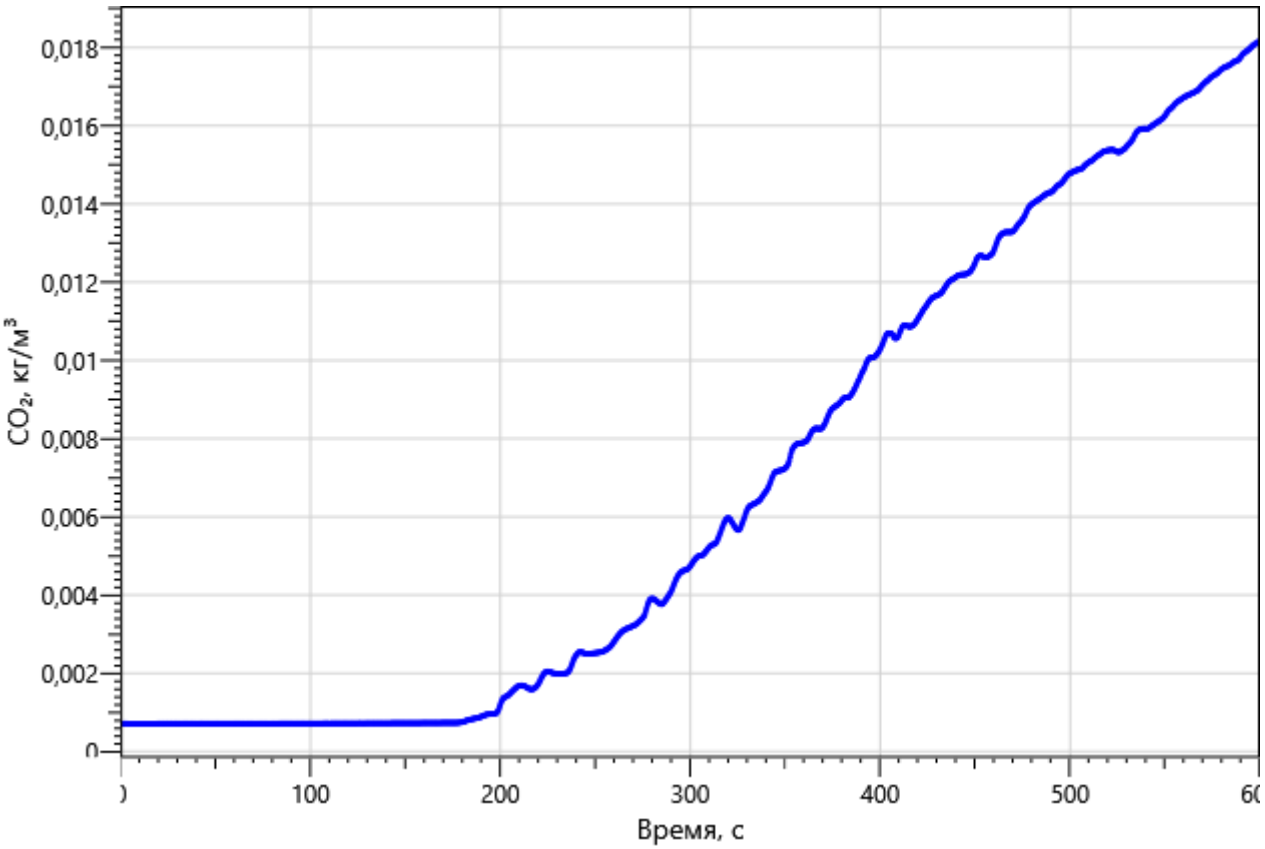


Рисунок 39 - Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

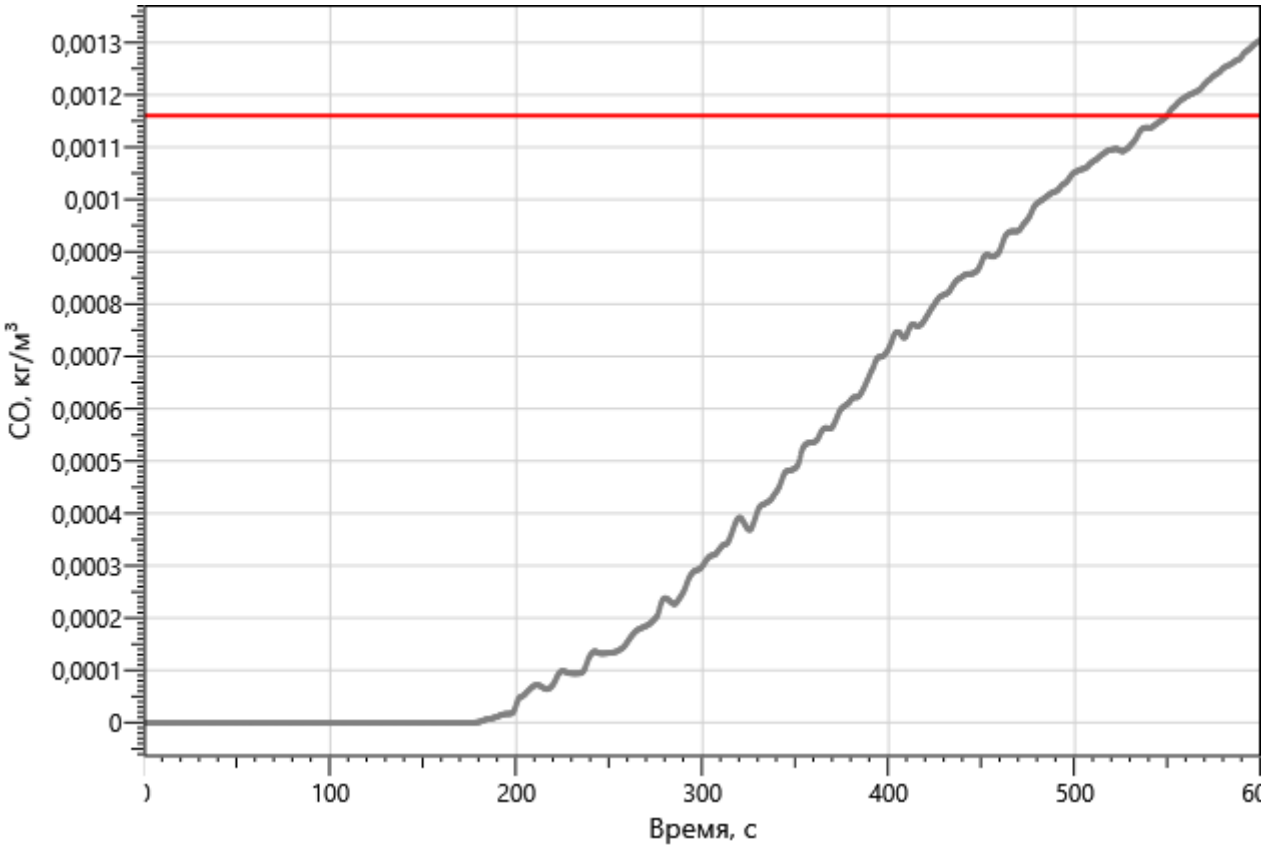


Рисунок 40 - Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

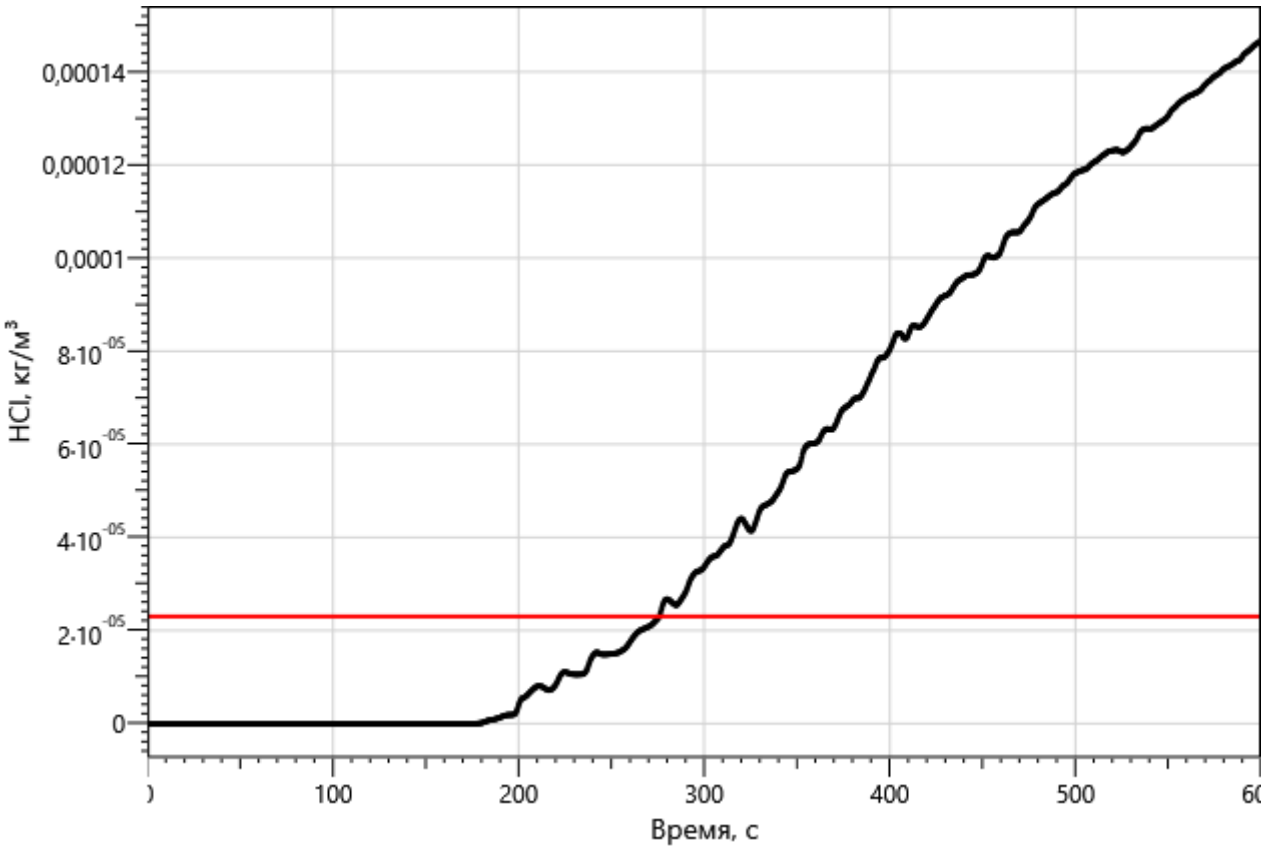


Рисунок 41 - Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

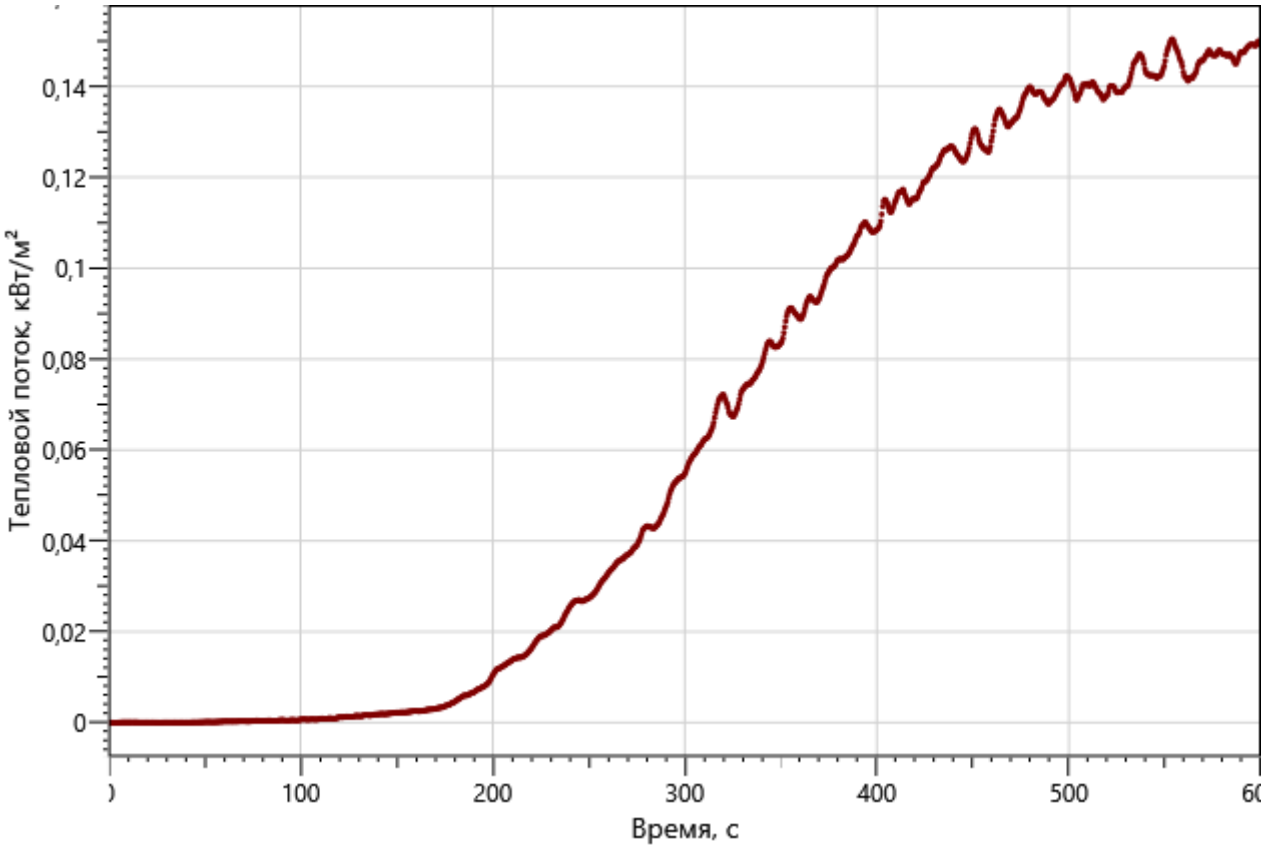


Рисунок 42 - Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

рт_06

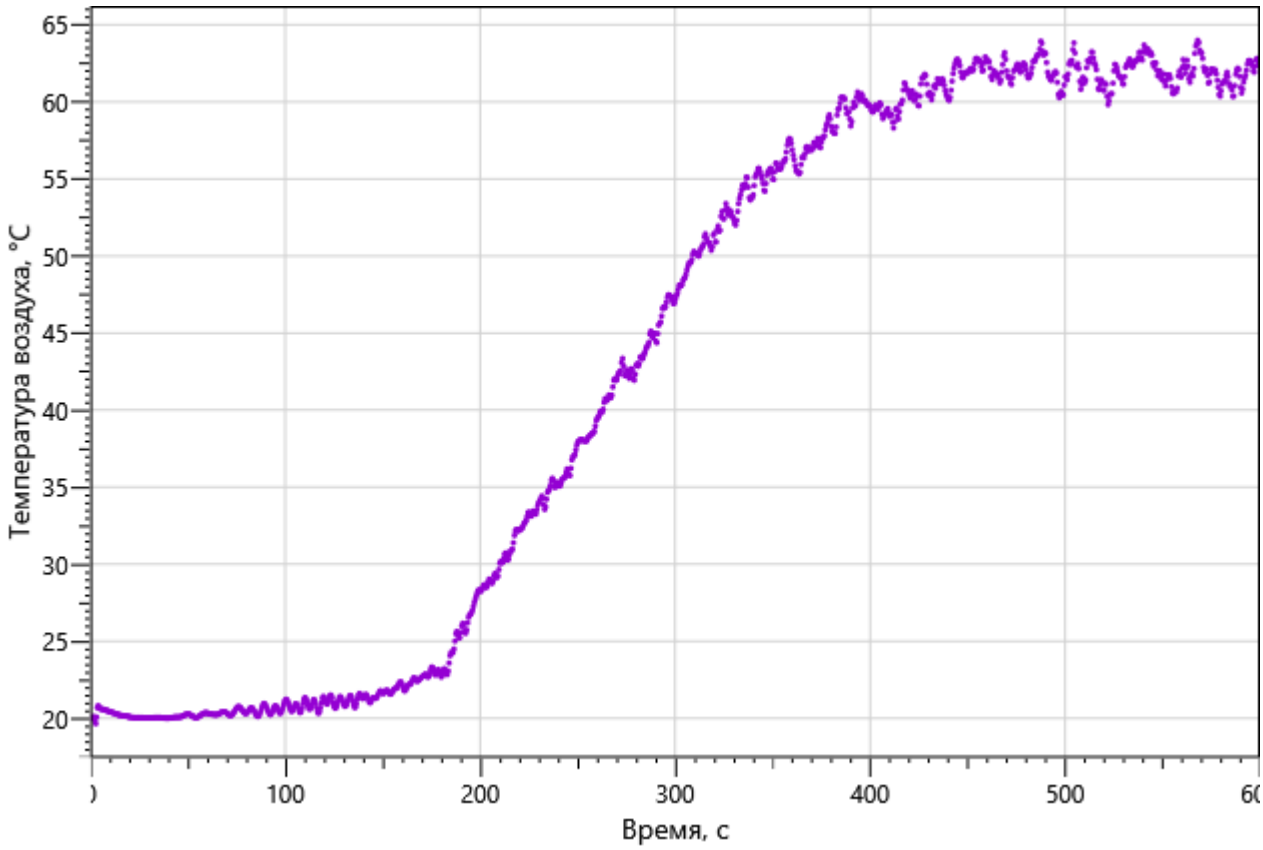


Рисунок 43 - Зависимость температуры от длительности пожара

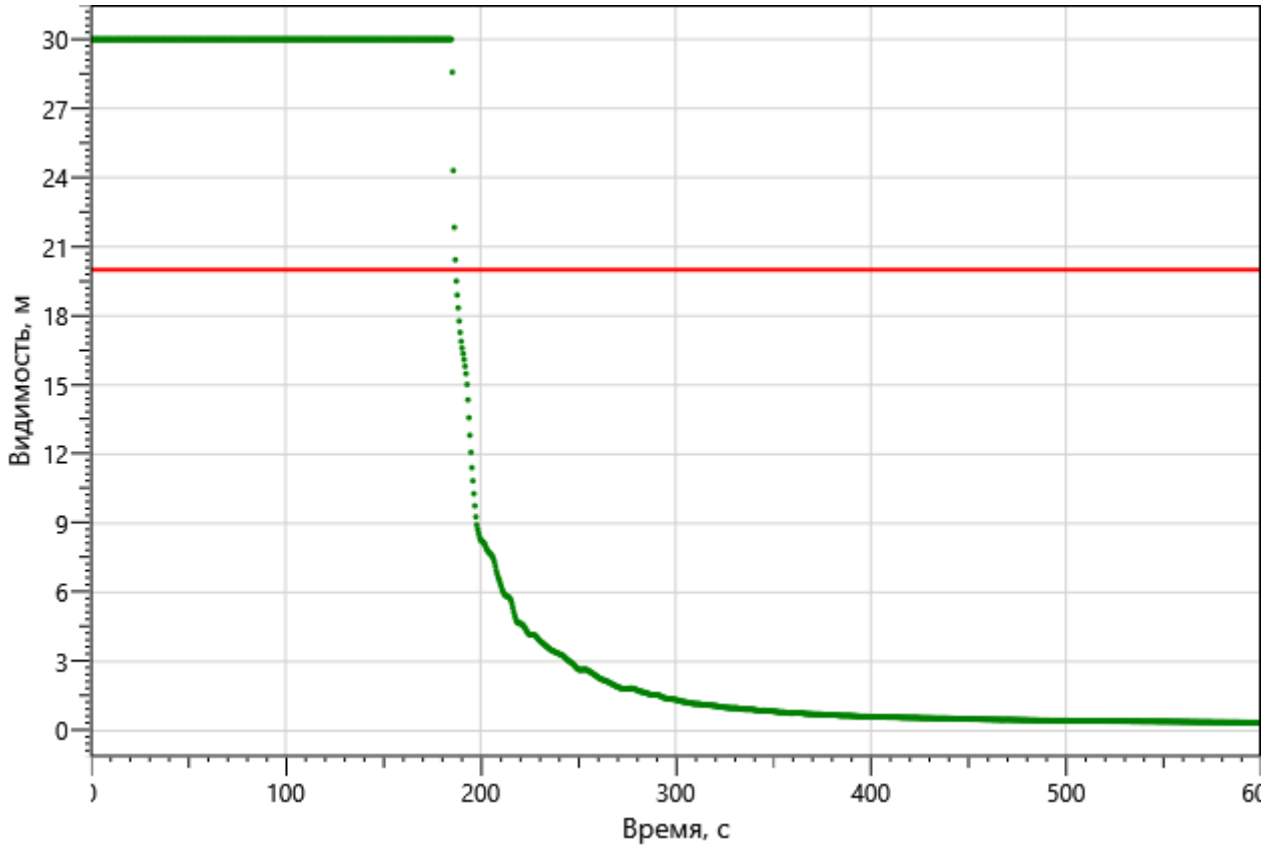


Рисунок 44 - Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

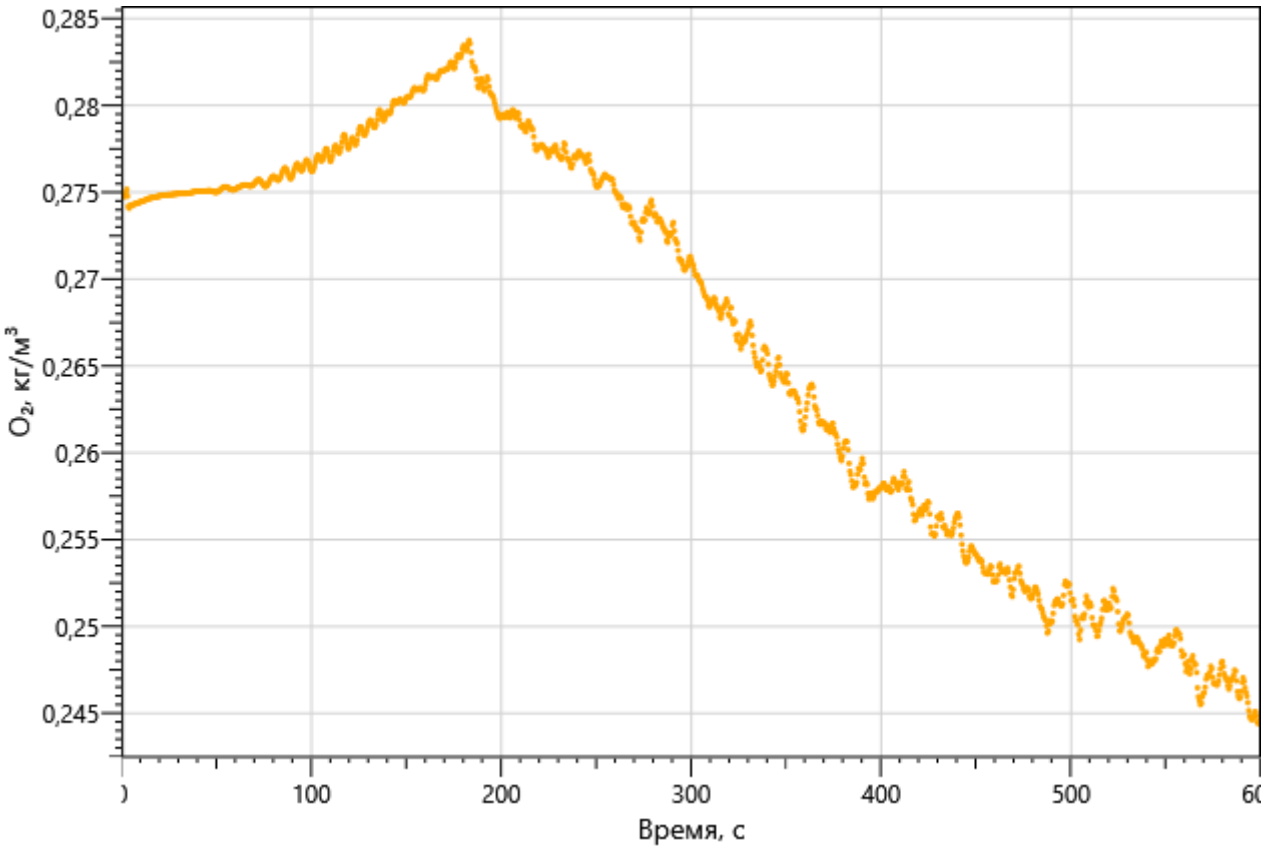


Рисунок 45 - Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

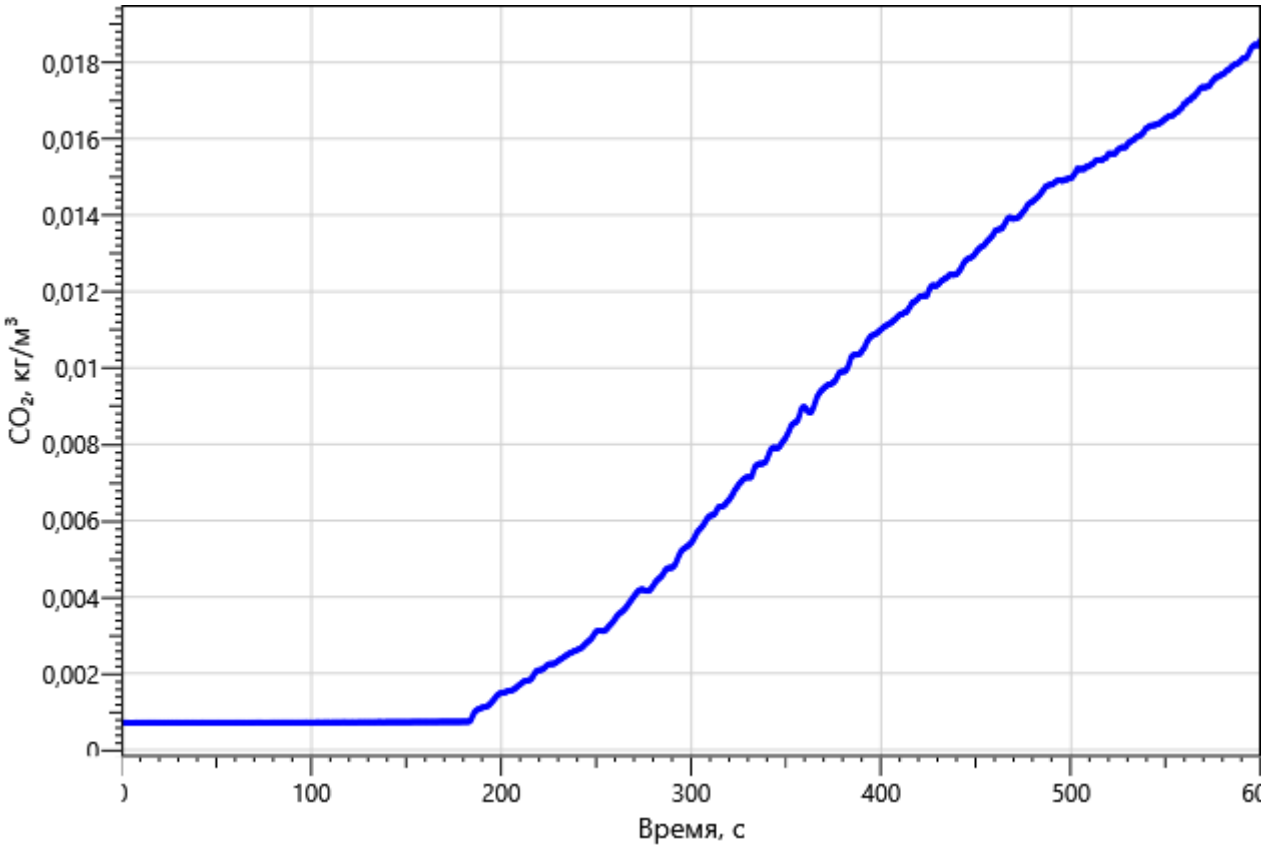


Рисунок 46 - Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

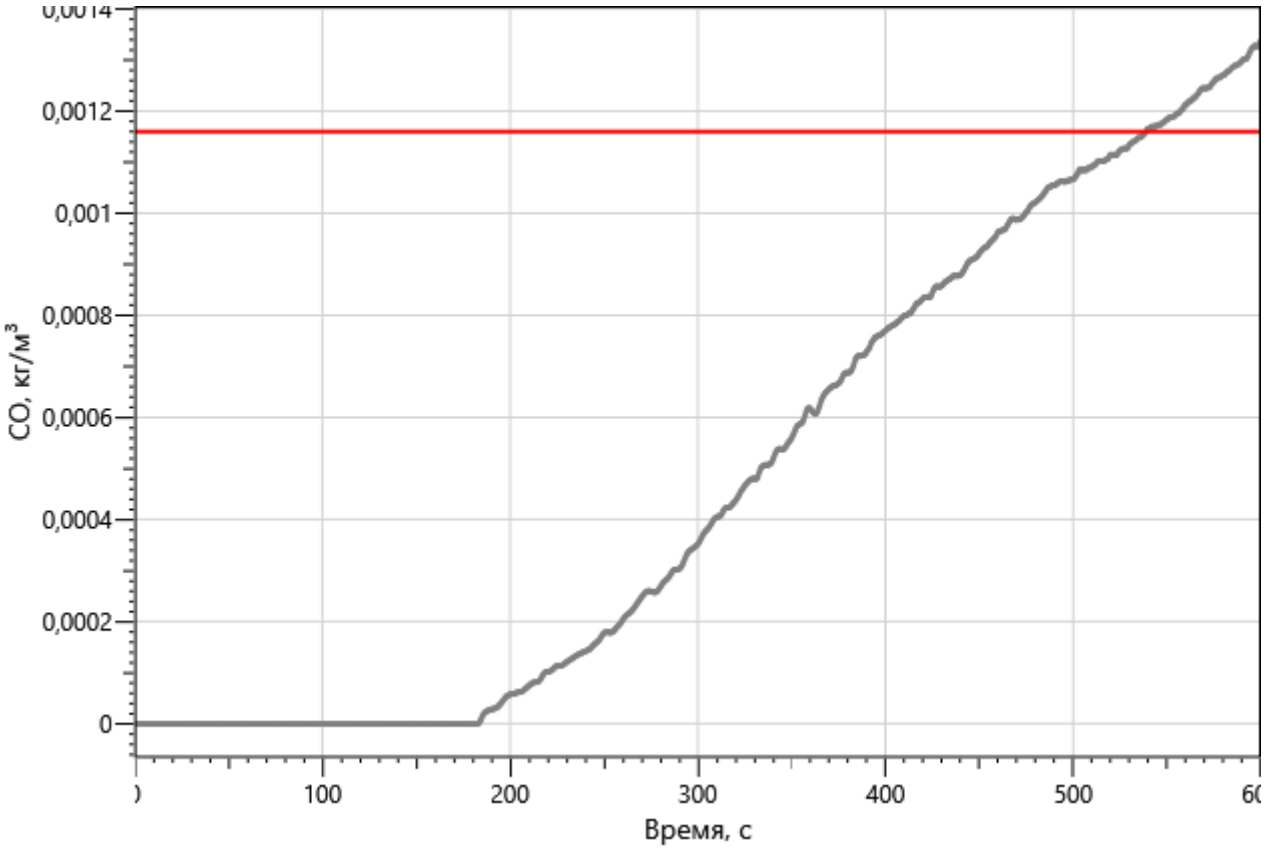


Рисунок 47 - Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

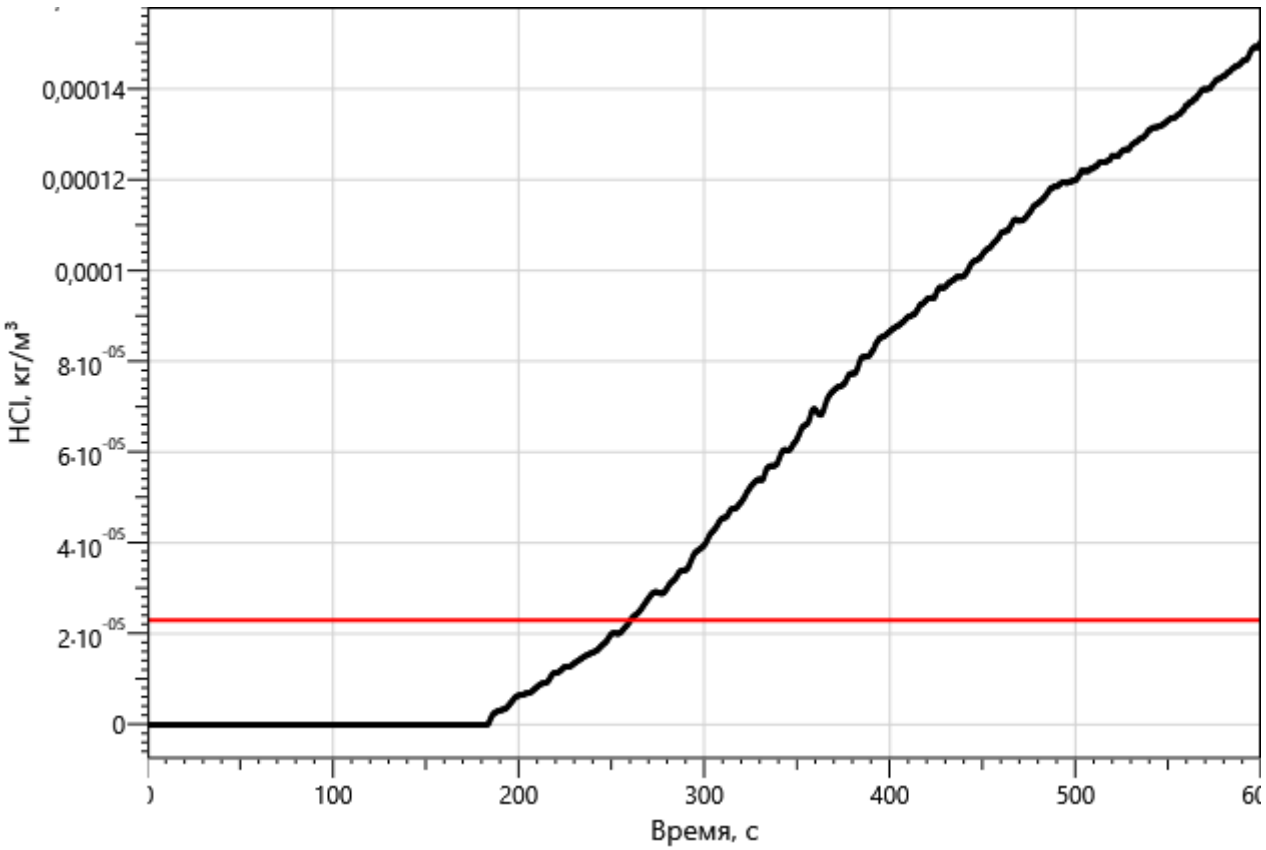


Рисунок 48 - Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

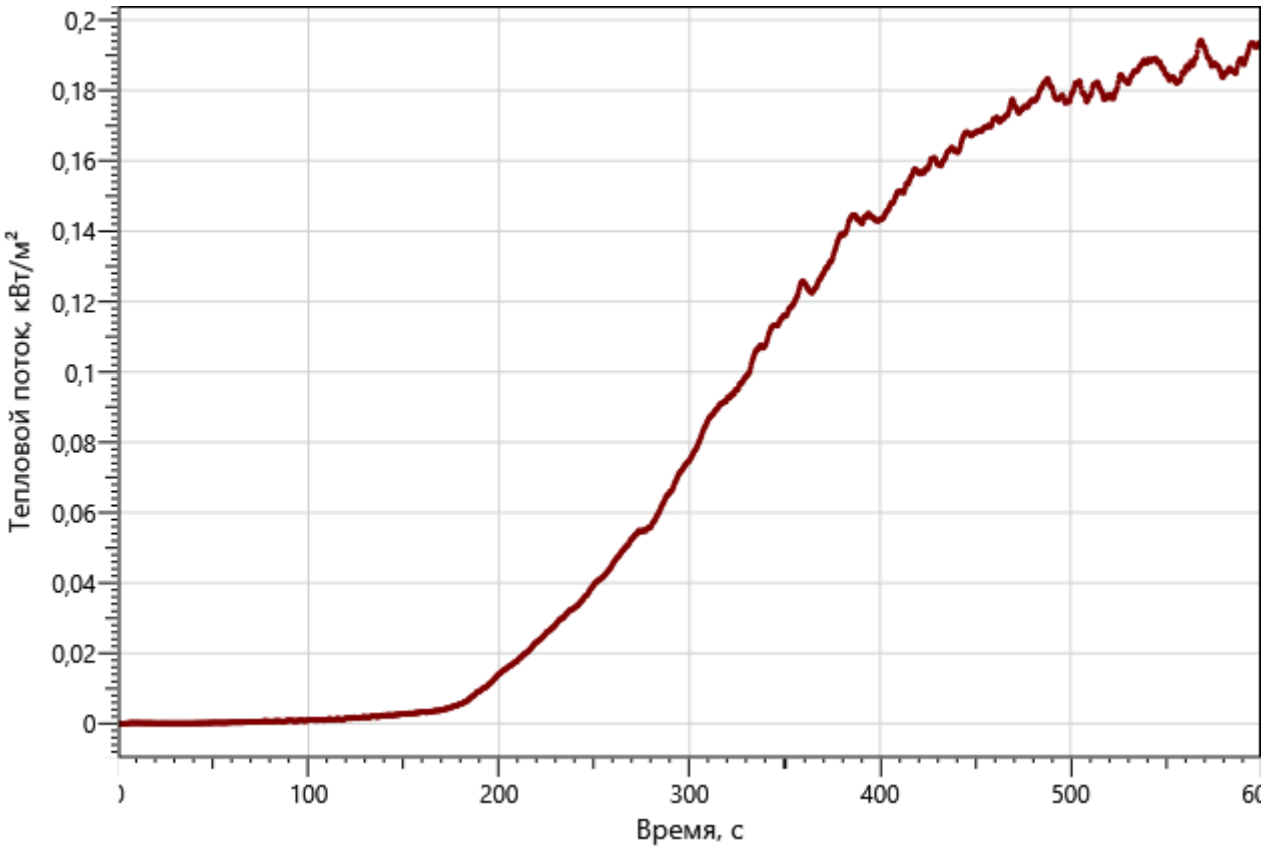


Рисунок 49 - Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

рт_07

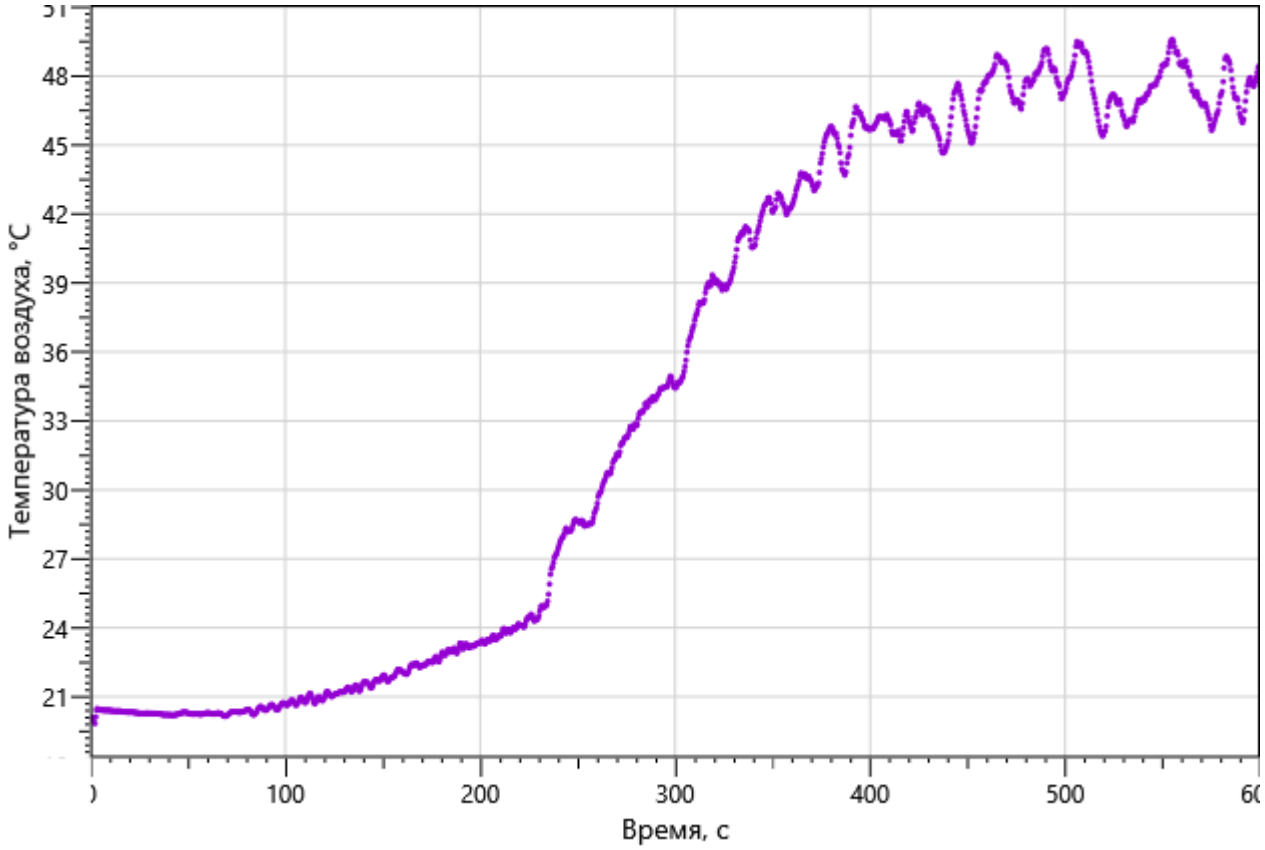


Рисунок 50 - Зависимость температуры от длительности пожара

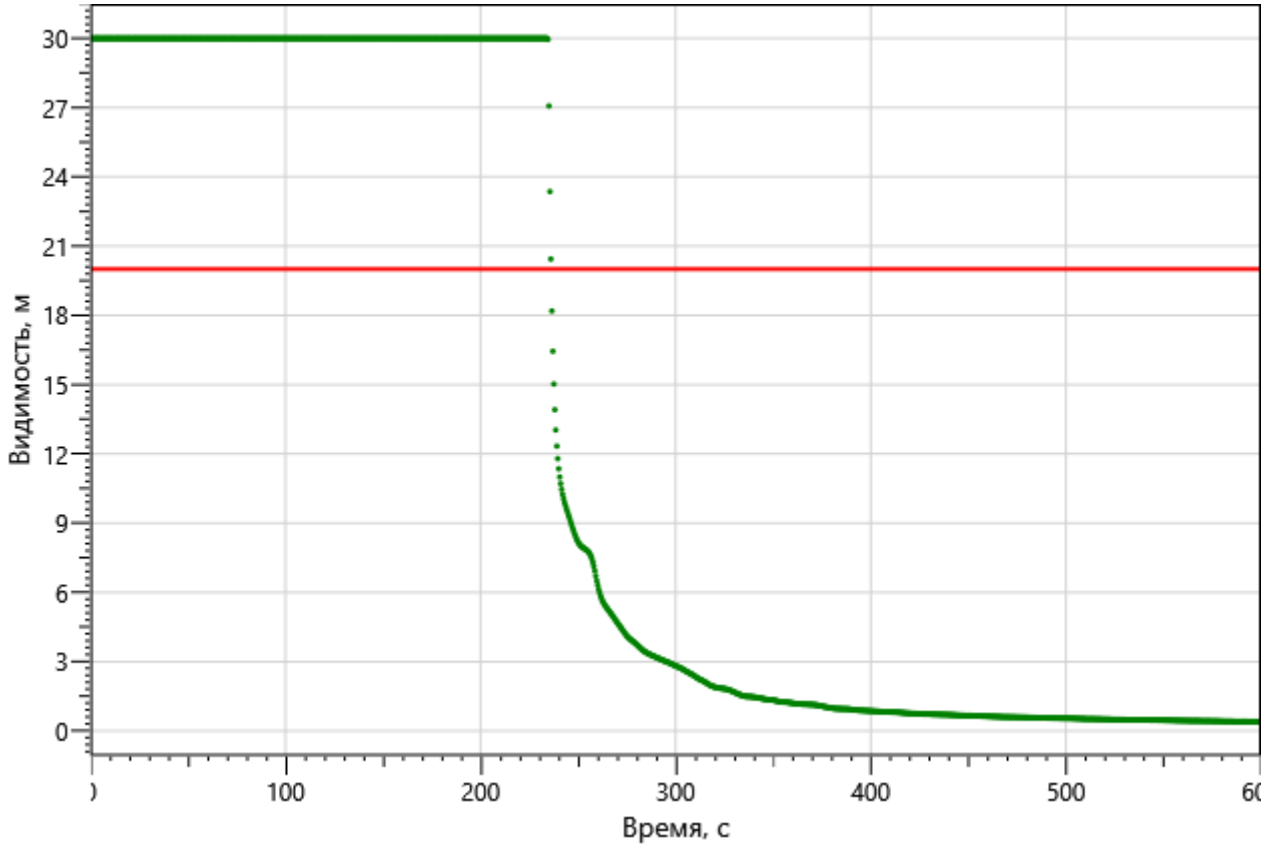


Рисунок 51 - Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

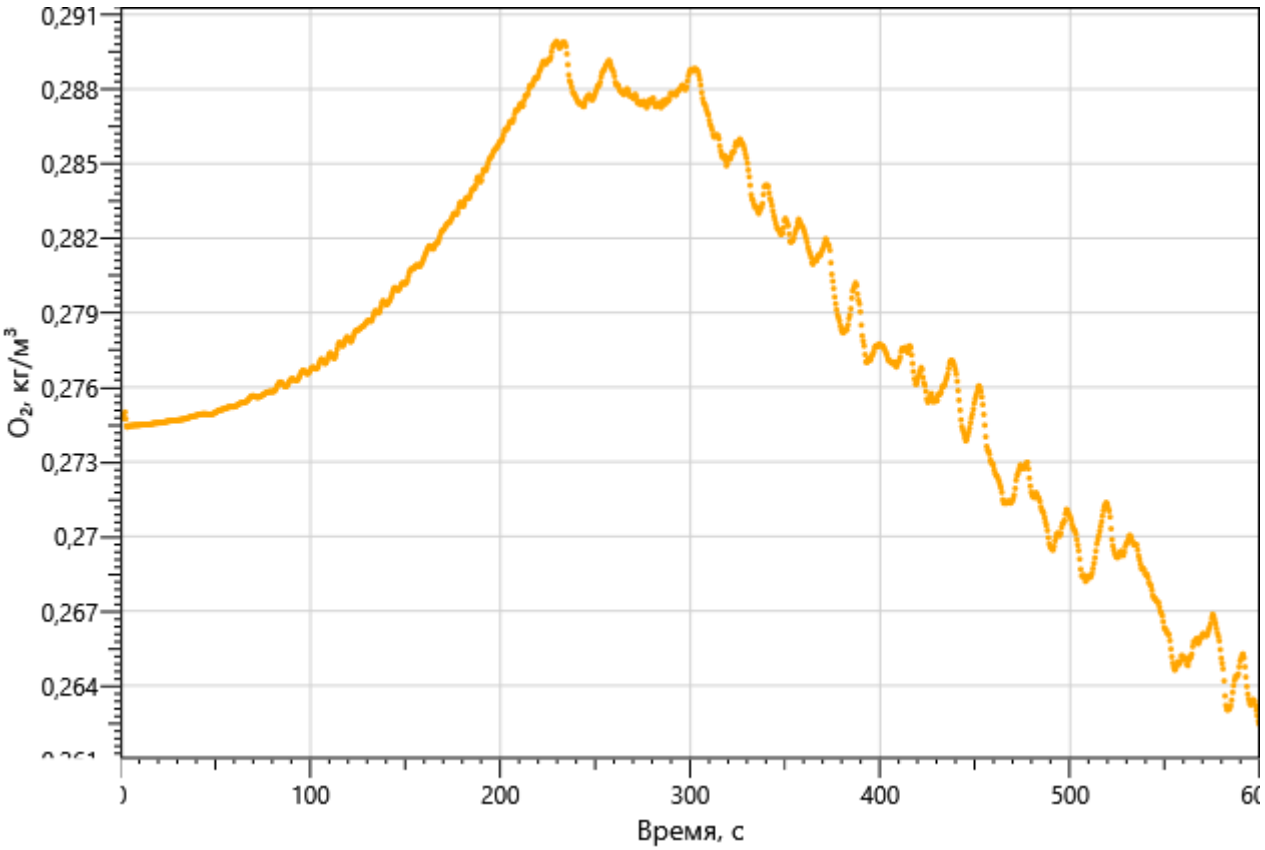


Рисунок 52 - Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

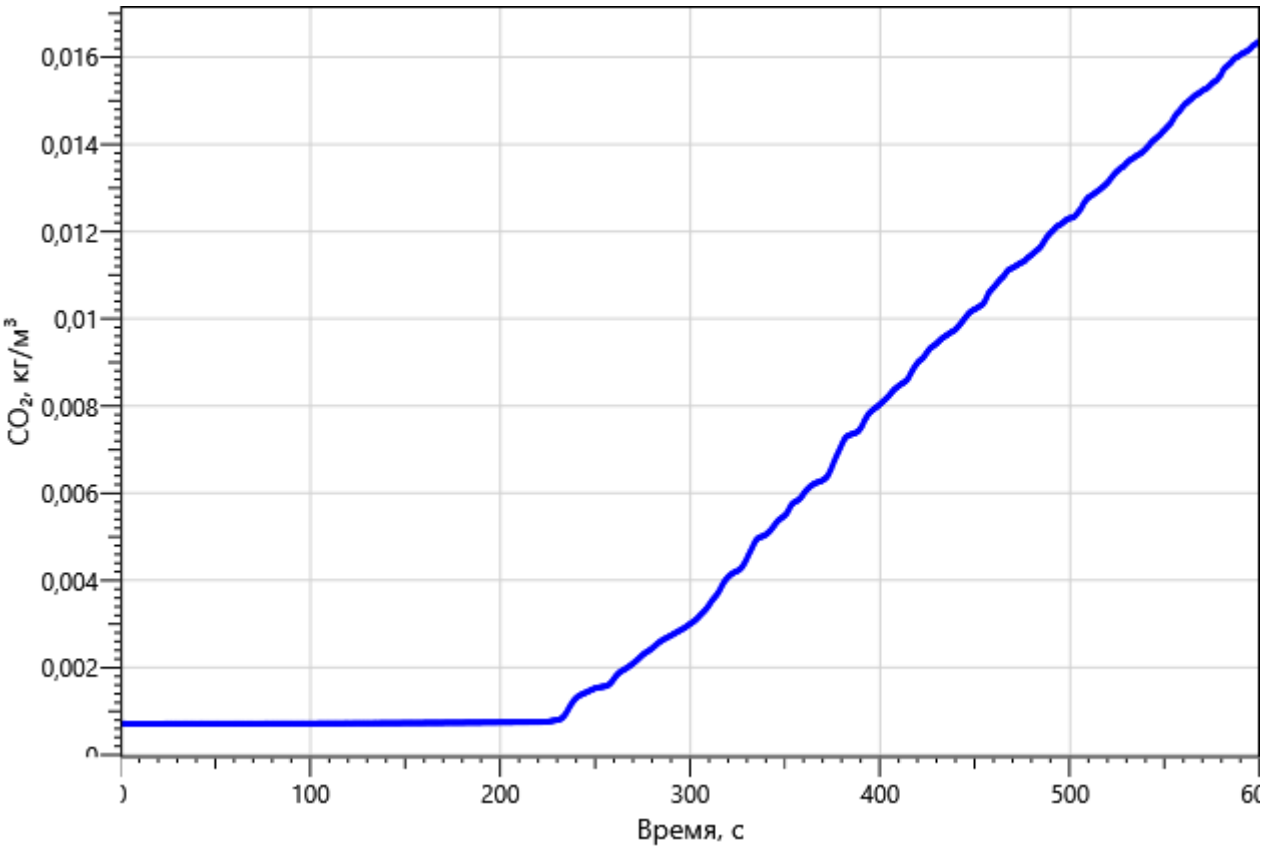


Рисунок 53 - Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

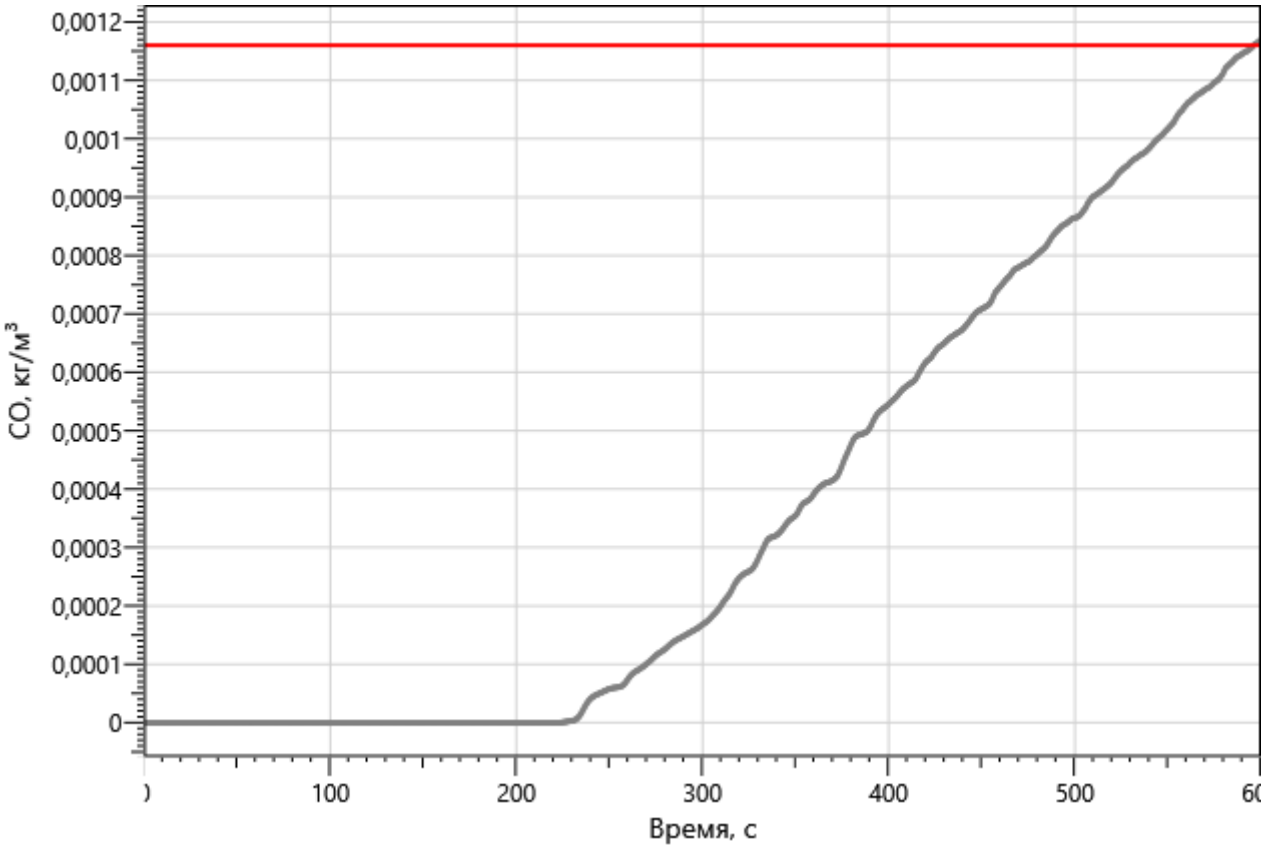


Рисунок 54 - Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

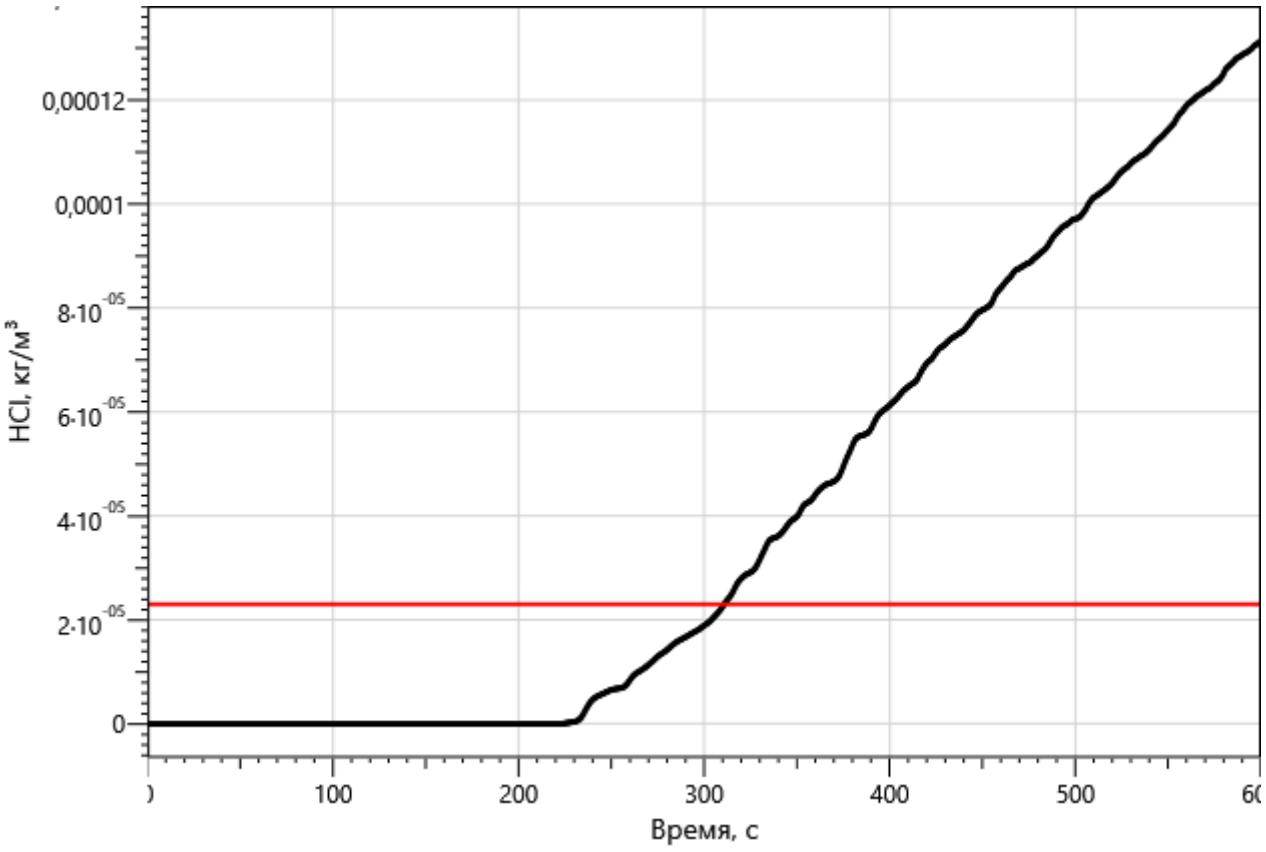


Рисунок 55 - Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

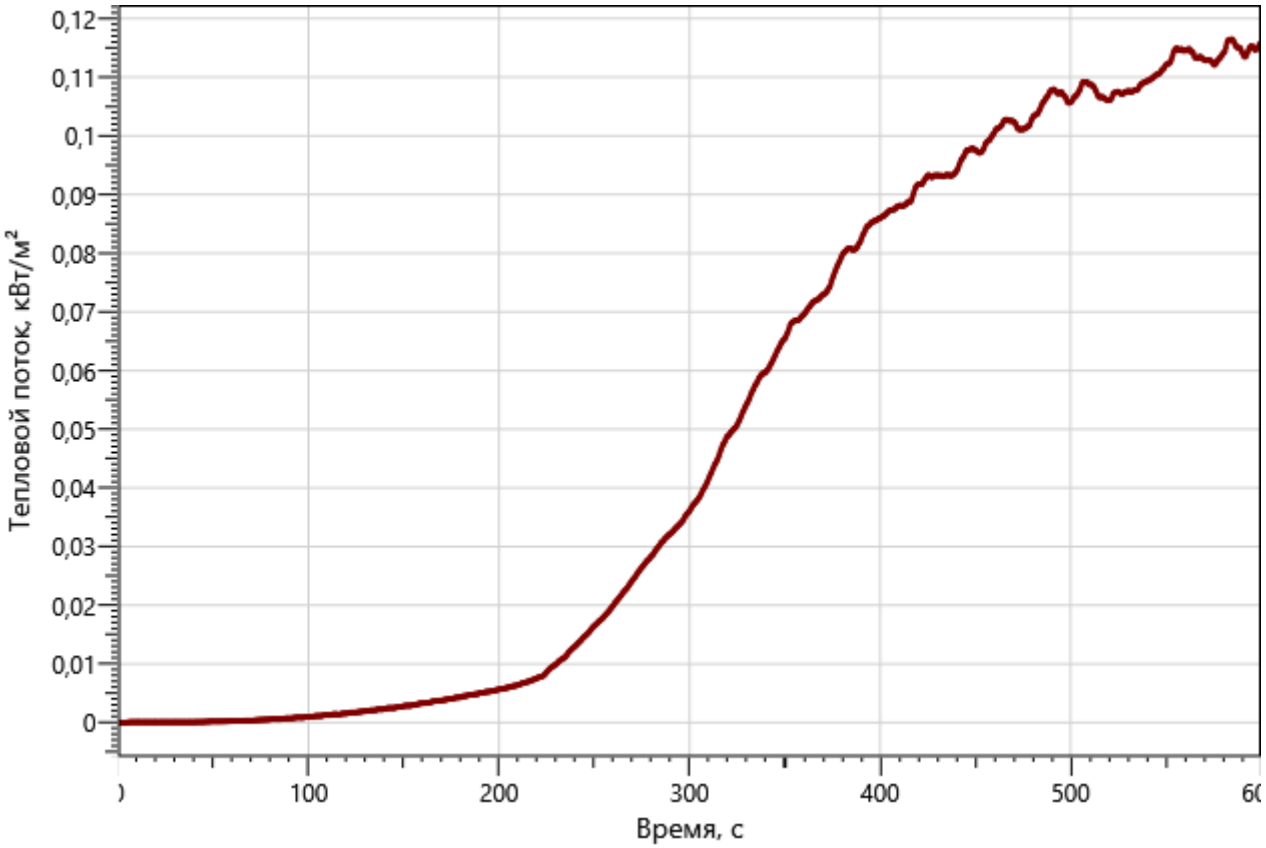


Рисунок 56 - Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

рт_08

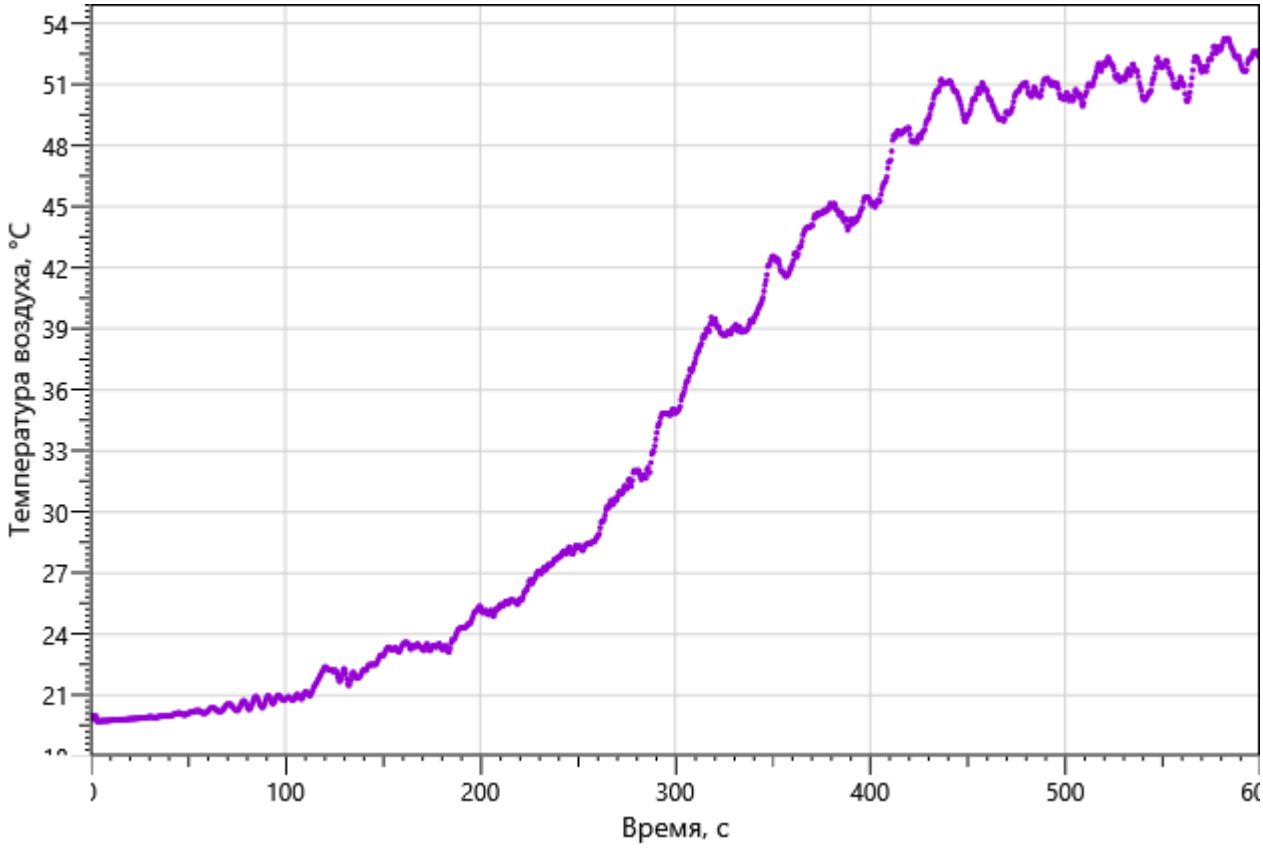


Рисунок 57 - Зависимость температуры от длительности пожара

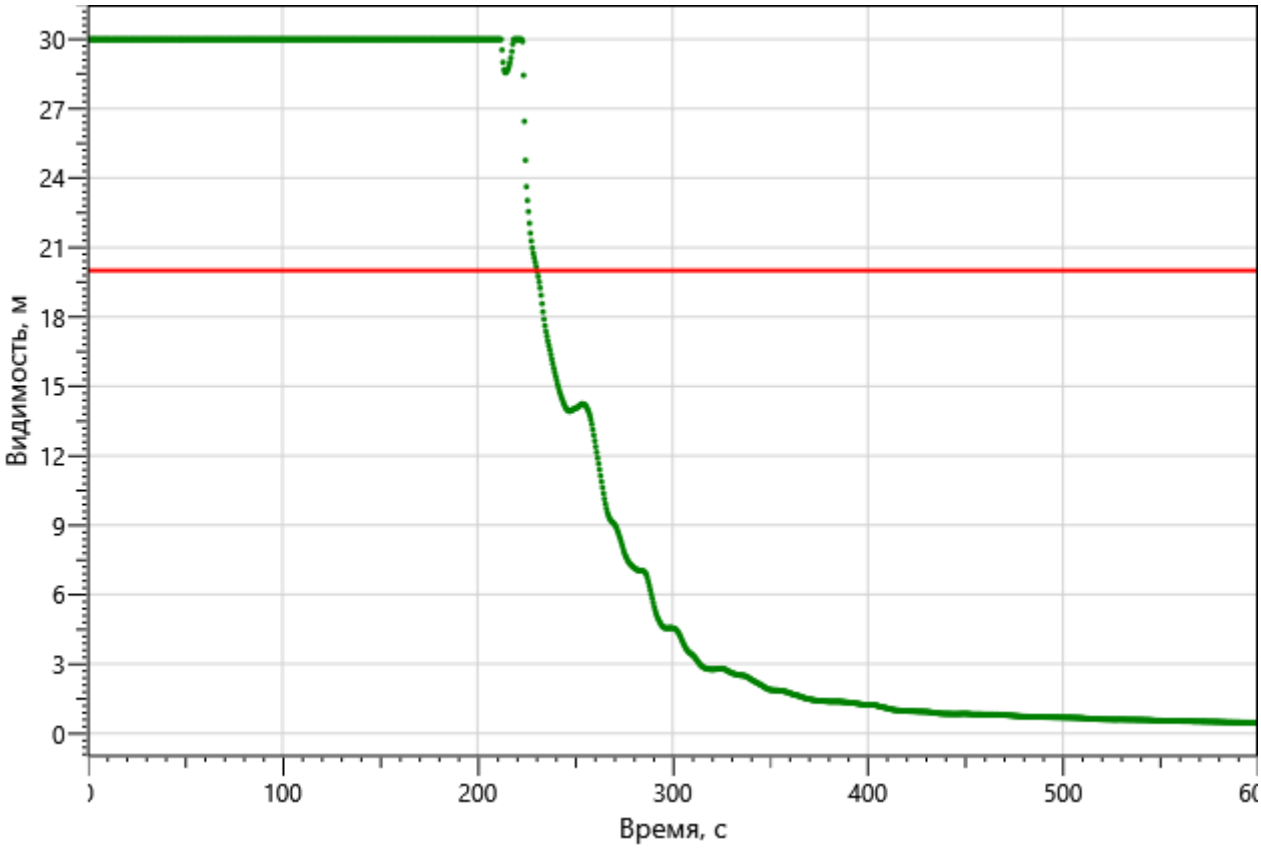


Рисунок 58 - Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

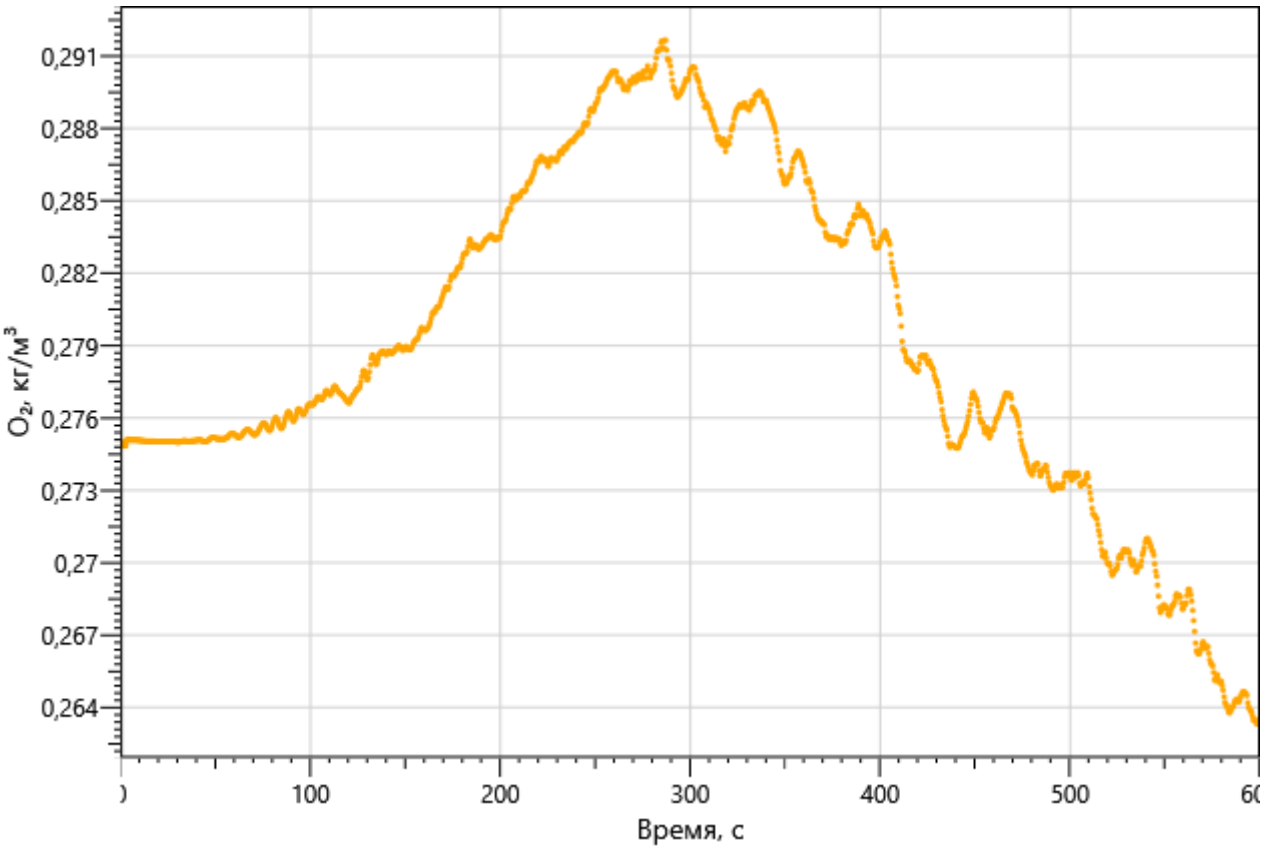


Рисунок 59 - Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

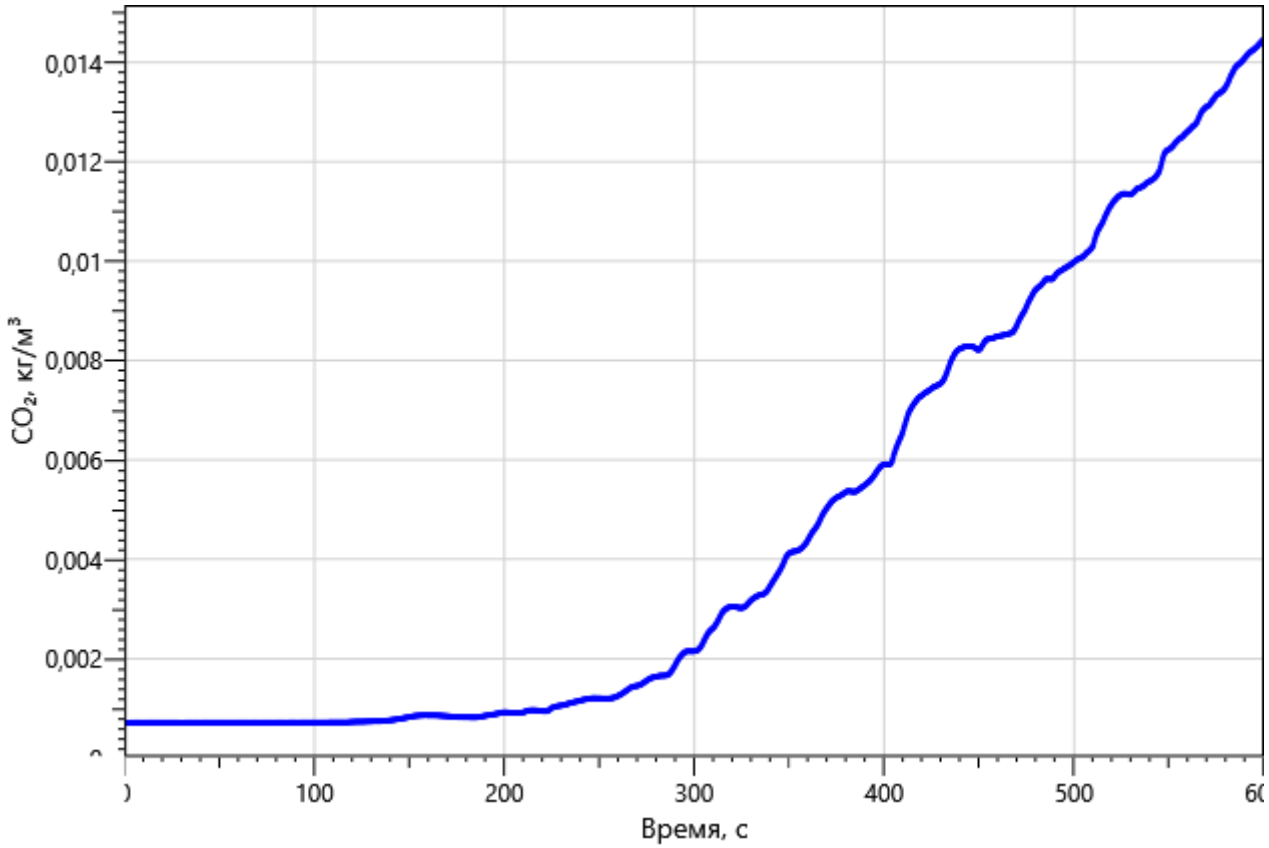


Рисунок 60 - Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

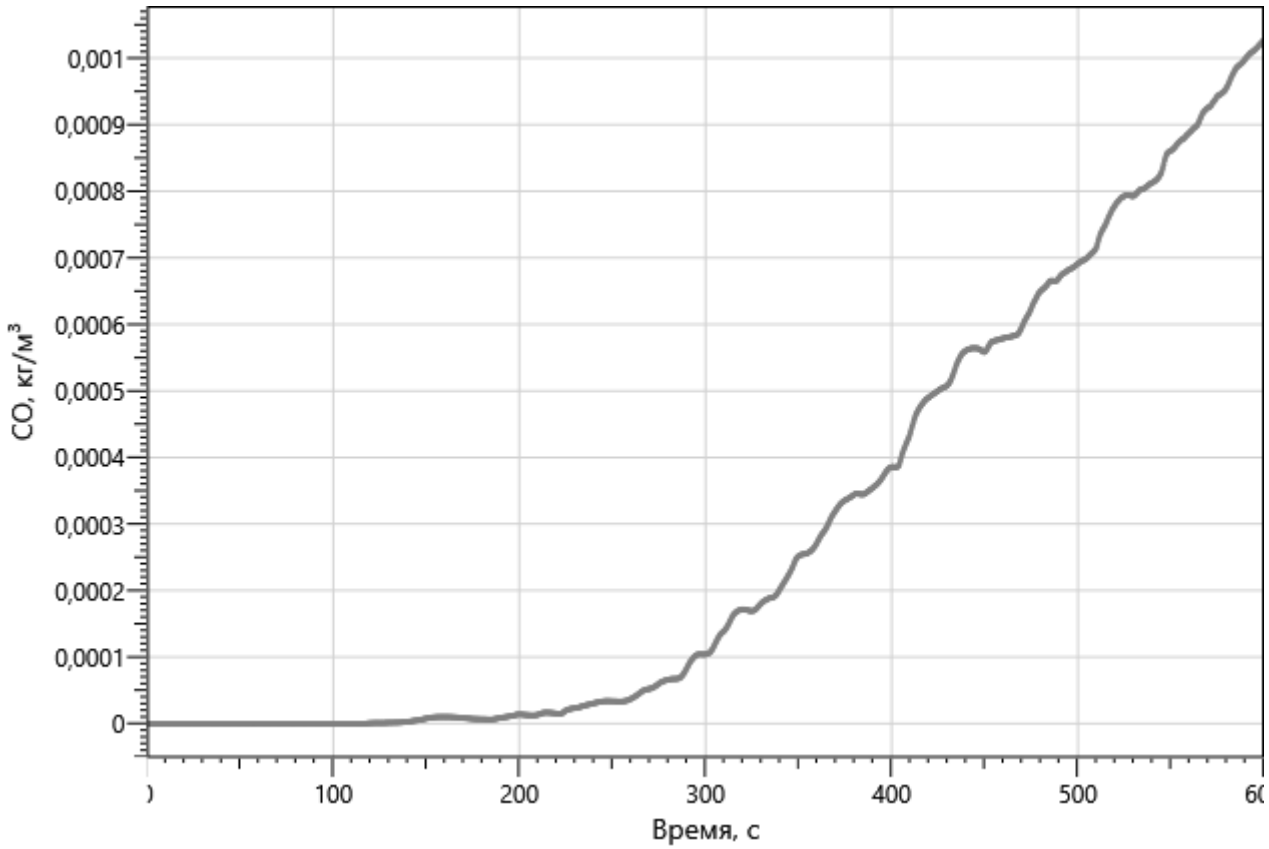


Рисунок 61 - Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

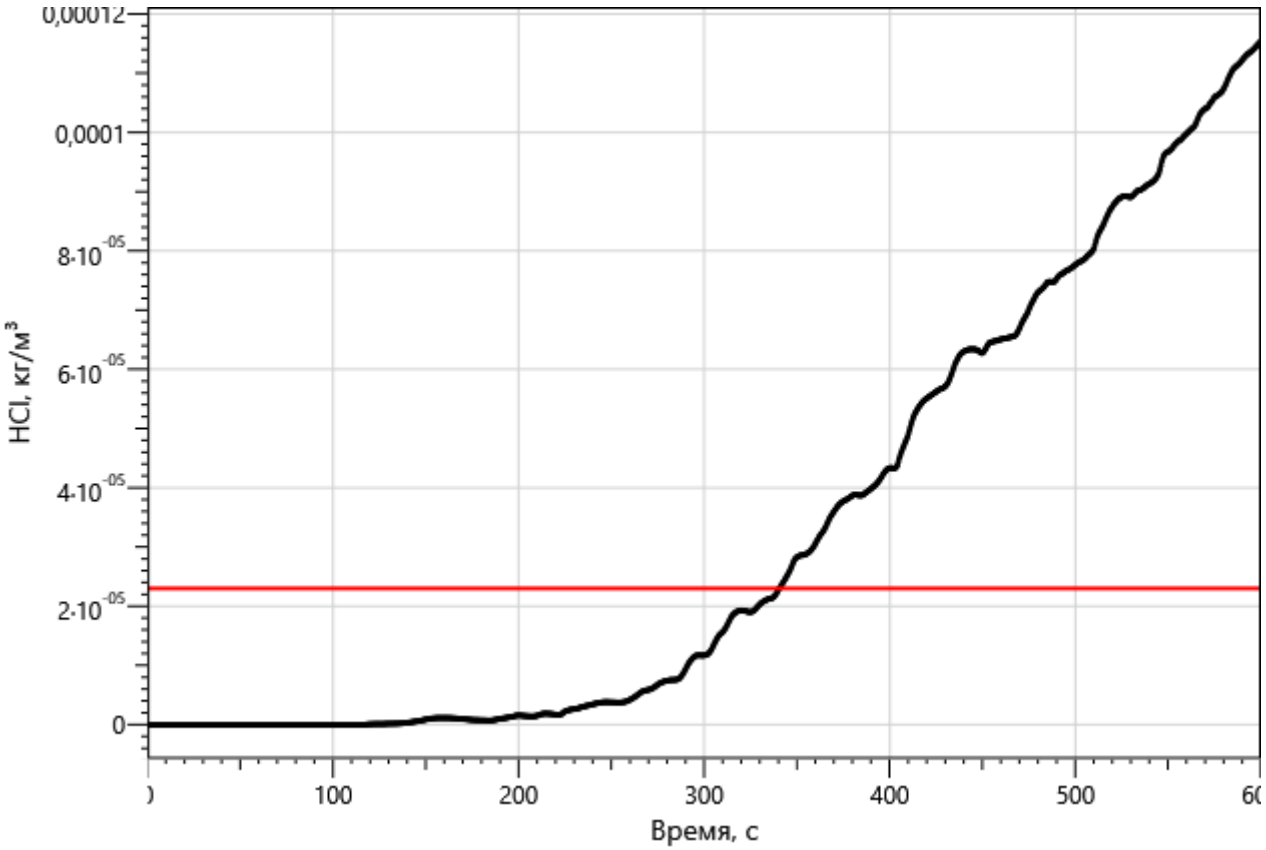


Рисунок 62 - Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

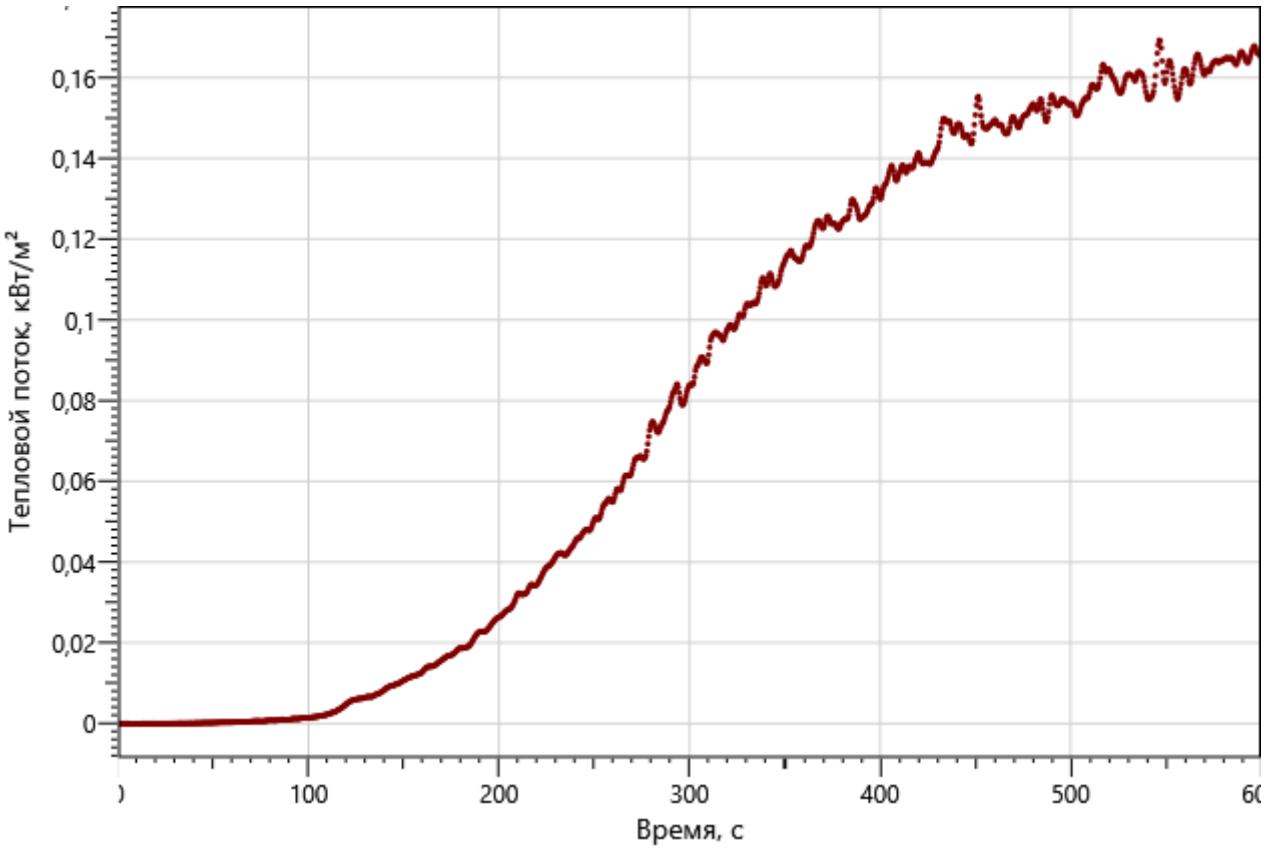


Рисунок 63 - Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

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

Пожар происходит в помещении автостоянки на -1-м этаже. ОФП распространяются по помещению и за его пределы, при этом блокируют ближайший эвакуационный выход, ведущий на лестничную клетку.

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

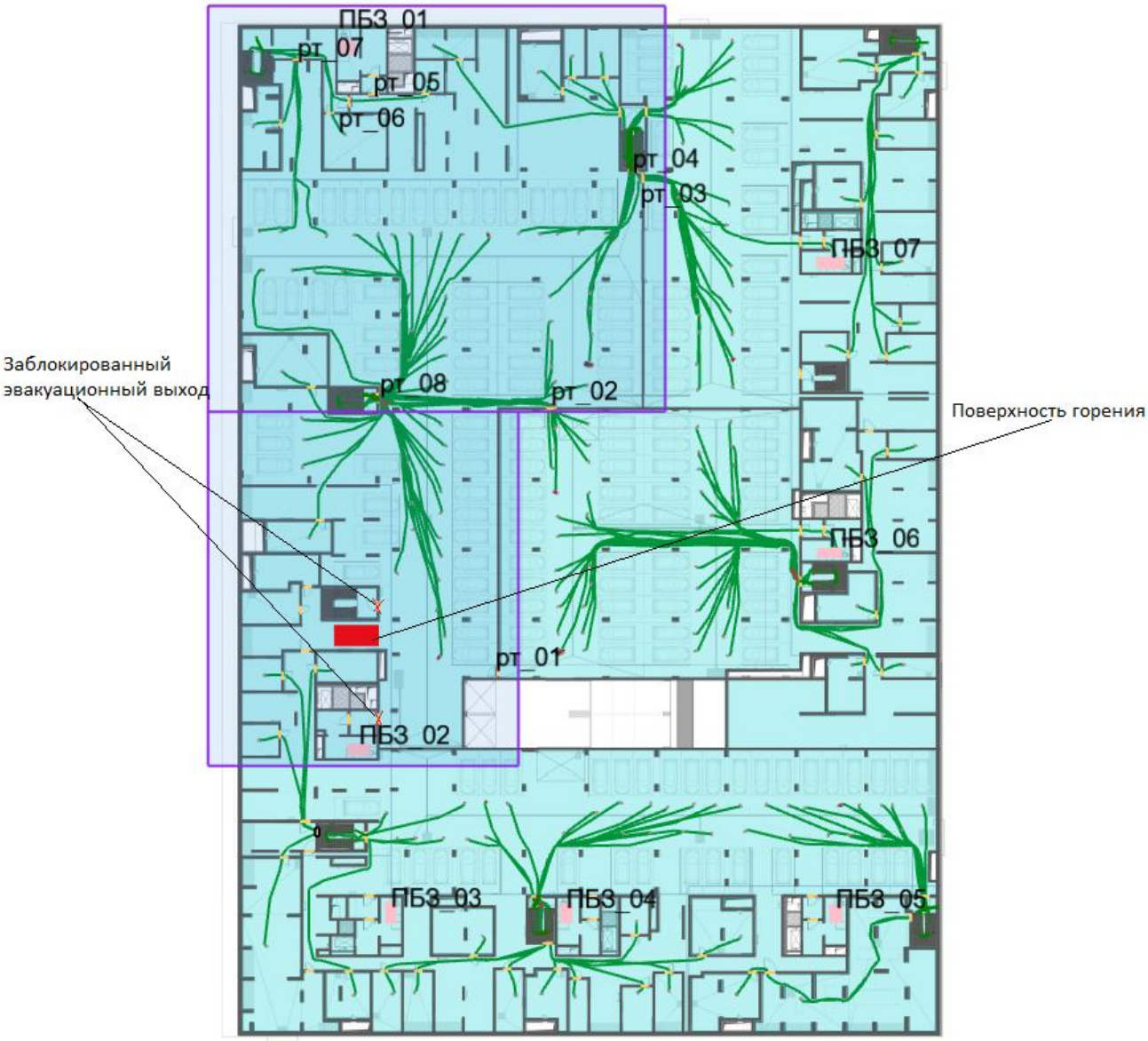


Рисунок 64 – План -1-го этажа и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации



Рисунок 65 - План 1-го этажа

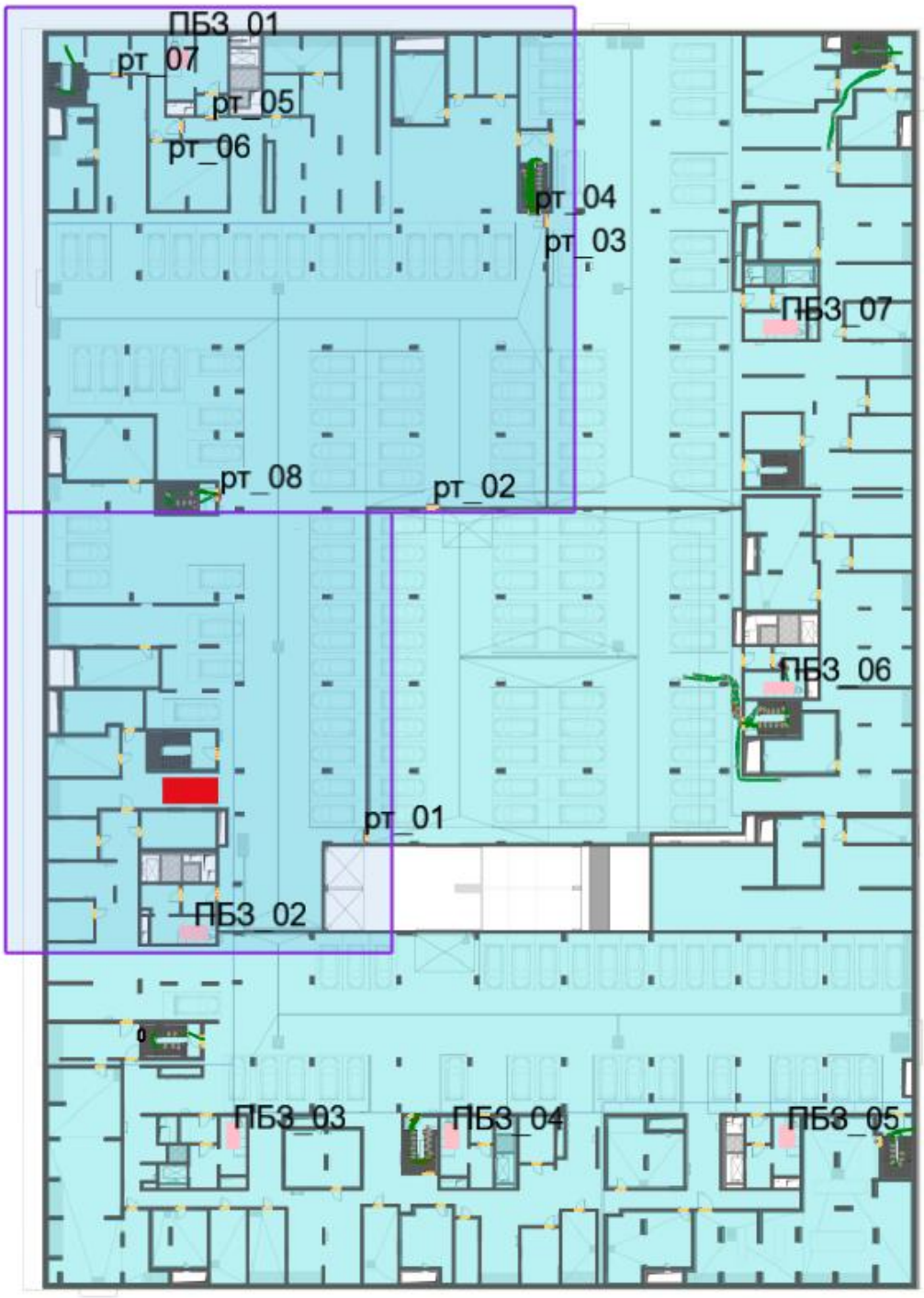


Рисунок 66 – План -1-го этажа и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации (расположение людей на момент полной эвакуации с этажа пожара – 2 мин. 16 сек.)

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:

- $t_{НЭ}$ = 28,2 с – для помещения очага пожара;
- tн.э. = 94,82 с – для всех остальных

Время достижения порогового значения срабатывания ИП: $t_{пор}$ = 44,82 с;

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

Время проведения предварительных действий, предшествующие началу эвакуации: $t_{предв}$ = 30 с;

Время эвакуации: $t_Э = t_{НЭ} + t_Р$ = 178,0 с;

Время существования скоплений: $t_{СК}$ = 0,20 с;

Общее количество людей: 193;

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

– на -1 этаже: 183 человек контингента М0-7 (зимняя одежда), 2 человека контингента М4 (зимняя одежда), 6 человек контингента М3 (зимняя одежда), 2 человека контингента М2 (зимняя одежда).

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	82,8	149,2	6
	Выход 2	56,4	159,6	51
	Выход 3	не используется	не используется	0
	Выход 4	121,6	153,6	10
	Выход 5	126,2	166,6	26
	Выход 6	126,8	158,2	16
	Выход 7	130,2	178,0	38
	Выход 8	не используется	не используется	0
	Выход 9	123,4	171,6	8
	Выход 10	71,6	169,8	36
Этаж -1				
	ПБЗ_01	не используется	не используется	0
	ПБЗ_02	не используется	не используется	0
	ПБЗ_03	не используется	не используется	0
	ПБЗ_04	не используется	не используется	0
	ПБЗ_05	не используется	не используется	0
	ПБЗ_06	137,8	137,8	1
	ПБЗ_07	80,8	80,8	1

Время эвакуации через регистраторы представлено в таблице ниже.

Таблица 16

Расположение	Наименование	Время первого, с	Время последнего, с	Количество людей
Этаж -1				
Помещение 8	рт_01	не используется	не используется	0
	рт_02	98,4	109,6	7
	рт_03	51,6	133,4	15
	рт_04	39,0	134,4	23
	рт_05	не используется	не используется	0
	рт_06	109,4	109,4	1
	рт_07	56,0	109,2	4
	рт_08	35,4	136,0	51

5.1.3. Определение вероятности эвакуации людей из здания при пожаре (сценарий №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 -1						
Помещение 8	рт_01	62,5	50,0	не используется	не используется	0,999
	рт_02	248,0	198,4	94,8	109,6	0,999
	рт_03	203,5	162,8	28,2	133,4	0,999
	рт_04	202,0	161,6	28,2	134,4	0,999

	рт_05	199,0	159,2	не используется	не используется	0,999
	рт_06	187,6	150,1	94,8	109,4	0,999
	рт_07	236,5	189,2	28,2	109,2	0,999
	рт_08	230,5	184,4	28,2	136,0	0,999

Результаты проведенных расчетов показывают, что максимальное расчетное время эвакуации с части этажа пожара составит 2,27 мин. Время выхода из здания составляет 2,96 мин (Выход 7).

Максимальное время движения при плотности потока D больше 0,20 $м^2/м^2$ составляет 0 мин

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

Таблица 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	не используется	не используется	0,83	0,999	**Безопасно**
рт_02	1,58	1,82	3,30	0,999	**Безопасно**
рт_03	0,47	2,22	2,71	0,999	**Безопасно**
рт_04	0,47	2,24	2,69	0,999	**Безопасно**
рт_05	не используется	не используется	2,65	0,999	**Безопасно**
рт_06	1,58	1,82	2,50	0,999	**Безопасно**
рт_07	0,47	1,82	3,15	0,999	**Безопасно**
рт_08	0,47	2,26	3,07	0,999	**Безопасно**

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

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

5.1.4. Определение величины индивидуального пожарного риска (сценарий №1)

Частота возникновения пожаров в здании $4{,}50 \cdot 10^{-2}$.

Вероятность эффективного срабатывания систем противопожарной защиты:

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

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

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

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

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

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

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

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

Вероятность эвакуации $Р_{э,i,j}$ рассчитывают по зависимости:

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

и равна $P_{э,i,j}$ = 0,999.

Расчетная величина индивидуального пожарного риска R_i рассчитывается по формуле:

$$R_{,i}=Qn,l \cdot(1-K_{ап,i})\cdot P_{пр,I}\cdot(1-P_{э,i})\cdot(1-K_{п.з,i})$$ и равна

$$R = 0{,}045 \cdot(1-0{,}9)\cdot 1\cdot(1-0{,}999)\cdot(1-0{,}8704) = 0{,}58\cdot 10^{-6}$$

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

Таблица 19

№ сценария пожара	Группа эвакуируемого контингента	Вероятность присутствия и спасения людей	Вероятность возникновения пожара	Вероятность эвакуации	Коэффициент соответствия системы противопожарной защиты, $K_{пз,i}$	Расчетная величина пожарного риска для группы эвакуируемого контингента	Расчетная величина пожарного риска
1 (Автостонка)	М0-7 (зимняя одежда)	$P_{пр,i}$ = 1	$4{,}50\cdot10^{-2}$	0,999	0,8704	$0{,}58\cdot10^{-6}$	$0{,}58\cdot10^{-6}$
	М2 (зимняя одежда)	$P_{пр,i}$ = 1	$4{,}50\cdot10^{-2}$	0,999	0,8704	$0{,}58\cdot10^{-6}$	
	М3 (зимняя одежда)	$P_{пр,i}$ = 1	$4{,}50\cdot10^{-2}$	0,999	0,8704	$0{,}58\cdot10^{-6}$	
	М4 (зимняя одежда)	$P_{пр,i}$ = 1	$4{,}50\cdot10^{-2}$	0,999	0,8704	$0{,}58\cdot10^{-6}$	

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 автостоянки $R = 0{,}58\cdot10^{-6}$ менее нормативного значения индивидуального пожарного риска ($R_{норм}=10^{-6}$), то расчетная величина индивидуального пожарного риска при возможном пожаре соответствует требуемому значению.

5.2. Сценарий №2 (Секция 1)

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

Пожар происходит в жилой комнате на 15-м этаже секции 1. ОФП распространяются по помещению и за его пределы, при этом создают угрозу блокирования эвакуационного выхода, ведущего на лестничную клетку и ПБ3.

Дверь помещения очага пожара, а также двери на путях эвакуации принимались открытыми. Двери в смежные помещения принимались закрытыми. Размер ячейки области расчета, используемой в сценарии равен 0,25м. Высота этажа пожара (от пола до потолка) и помещения очага пожара равна 2,72 м.

При моделировании пожара была учтена работа противодымной вентиляции: система дымоудаления (ДВ1.1.1 = 16979 м^3/ч), система приточной противодымной вентиляции (ДП1.1.1 = 8500 м3/ч).

Время срабатывания систем ПДВ с момента срабатывания СПС:

- противодымная вентиляция – 60 секунд;
- приточная вентиляция – 80 секунд.

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:

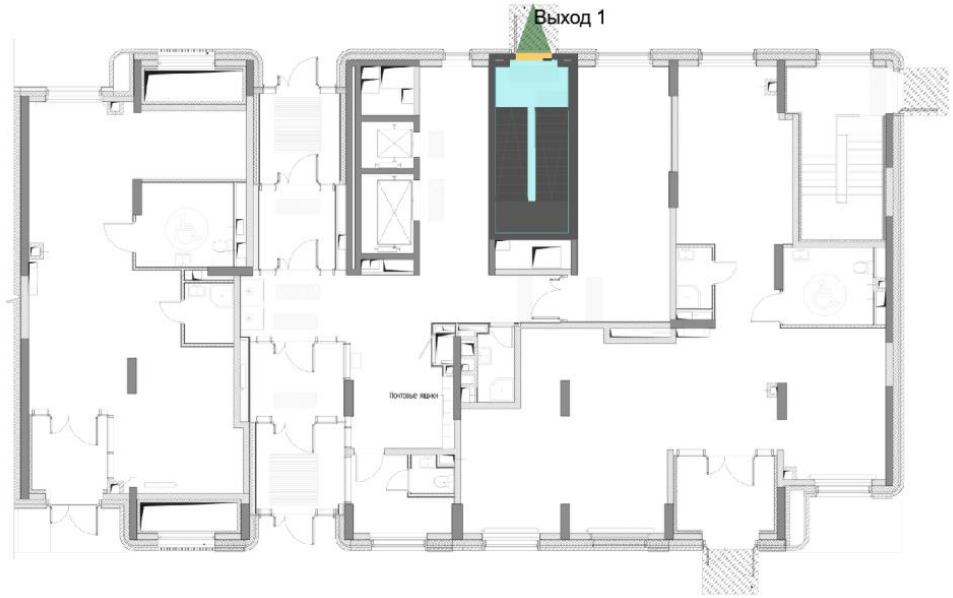


Рисунок 67 – Компьютерная модель 1-го этажа



Рисунок 68 - Компьютерная модель типового 2-11-го этажа



Рисунок 69 - Компьютерная модель типового 12-13-го этажа



Рисунок 70 - Компьютерная модель типового 14-18-го этажа

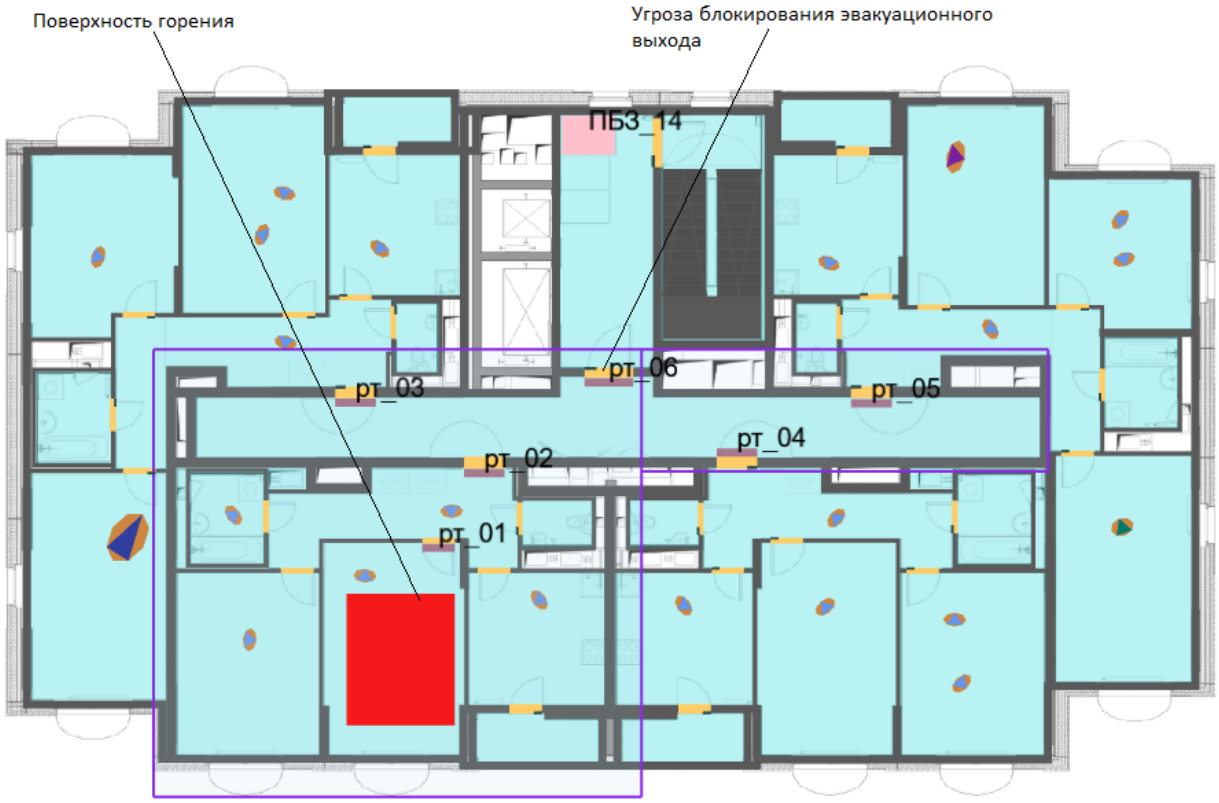


Рисунок 71 - Компьютерная модель 15-го этажа с поверхностью горения и нанесенными расчетными точками

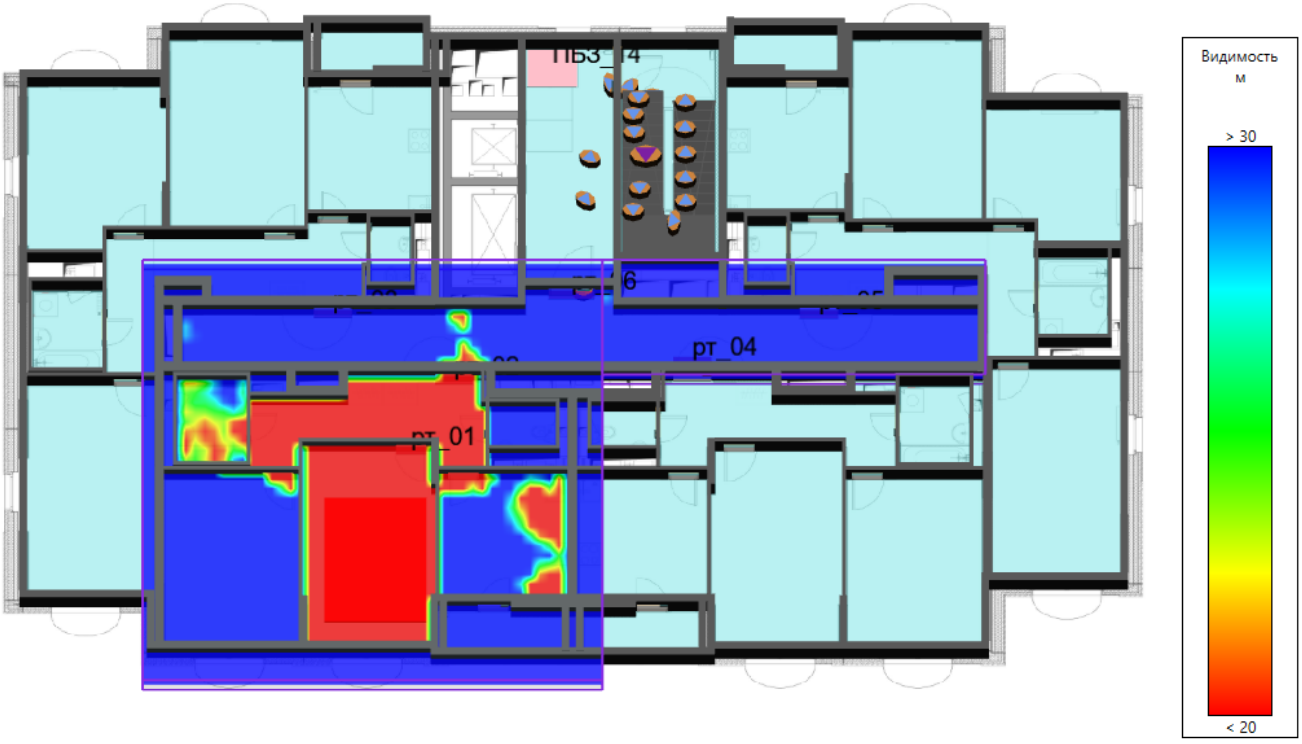


Рисунок 72 - Компьютерная 3D модель 15-го этажа с предполагаемой поверхностью горения и нанесенными расчётными точками (плотность дыма на момент полной эвакуации людей с этажа пожара - 3 мин.16 сек.)

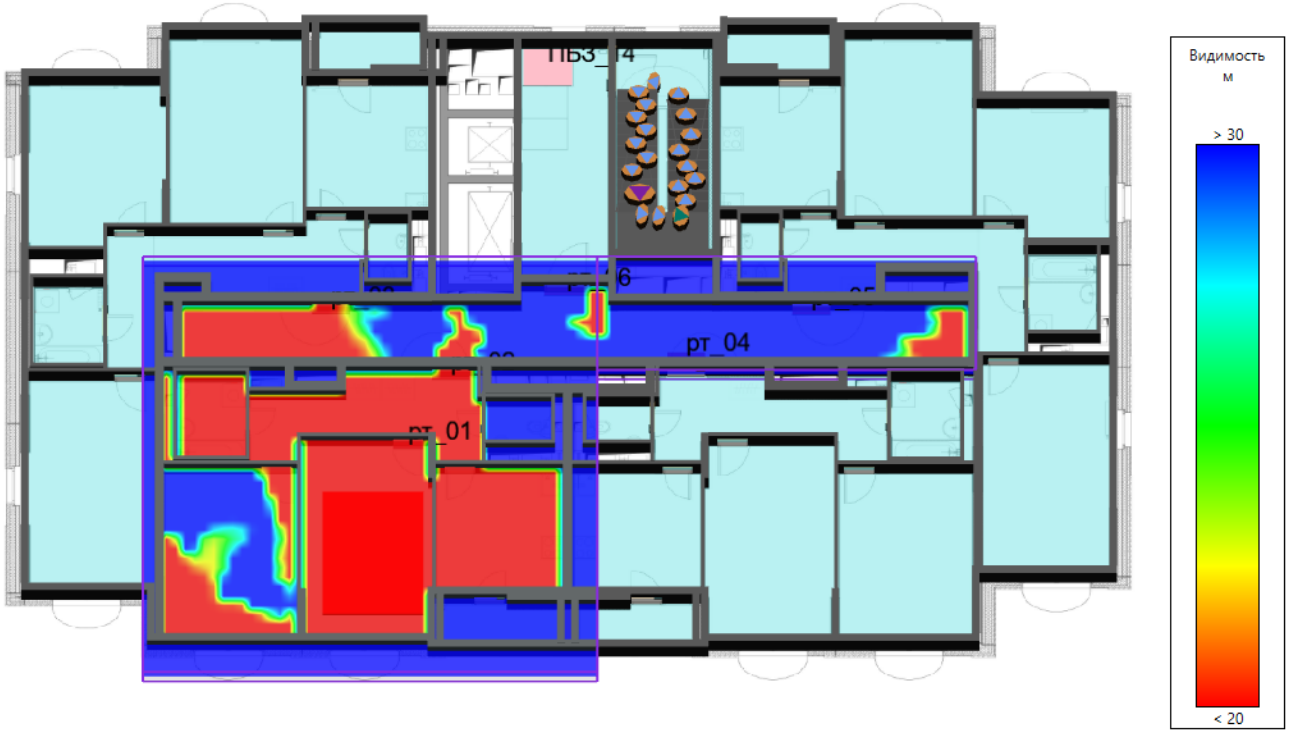


Рисунок 73 - Компьютерная 3D модель 15-го этажа с предполагаемой поверхностью горения и нанесенными расчётными точками (плотность дыма на момент наступления ОФП до рт_03 - 3 мин.36 сек.)

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

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

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

Исходя из максимального времени эвакуации с этажа пожара 3,27 мин, принимаем время свободного горения с учетом коэффициента запаса 4,08 мин.

$$R_n = 0{,}0045 \frac{м}{с} \cdot 196{,}2\ сек. \cdot 1{,}25 = 1{,}10\ м$$

$$S = 3{,}14 \cdot 1{,}10^2 = 3{,}79\ м^2$$

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 воздуха	Тепловой поток	Видимость	O_2	CO_2	CO	HCl
Этаж 3								
Помещение 445	рт_01	100	217,1	42,6	124,2	>600	>600	77,6
Помещение 444	рт_02	246,5	402,5	157,5	247	>600	>600	184,1
Помещение 443	рт_03	426,5	>600	226,5	504,5	>600	>600	258,1
	рт_04	442,5	>600	247	529	>600	>600	265
	рт_05	433,5	>600	241	510,5	>600	>600	253
	рт_06	458,5	>600	250,5	534,5	>600	>600	268,5

Ниже представлены графики изменения опасных факторов пожара для регистраторов:

рт_01

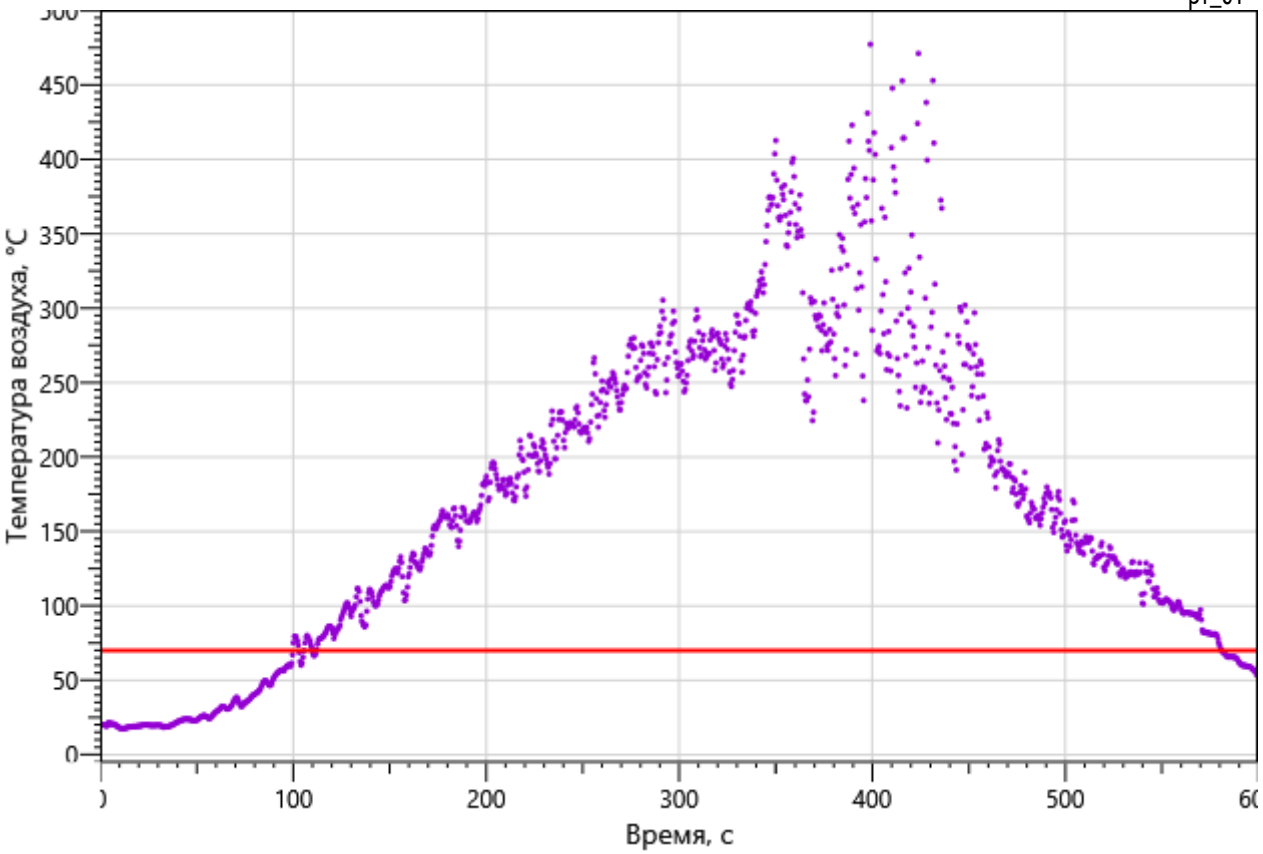


Рисунок 74 - Зависимость температуры от длительности пожара

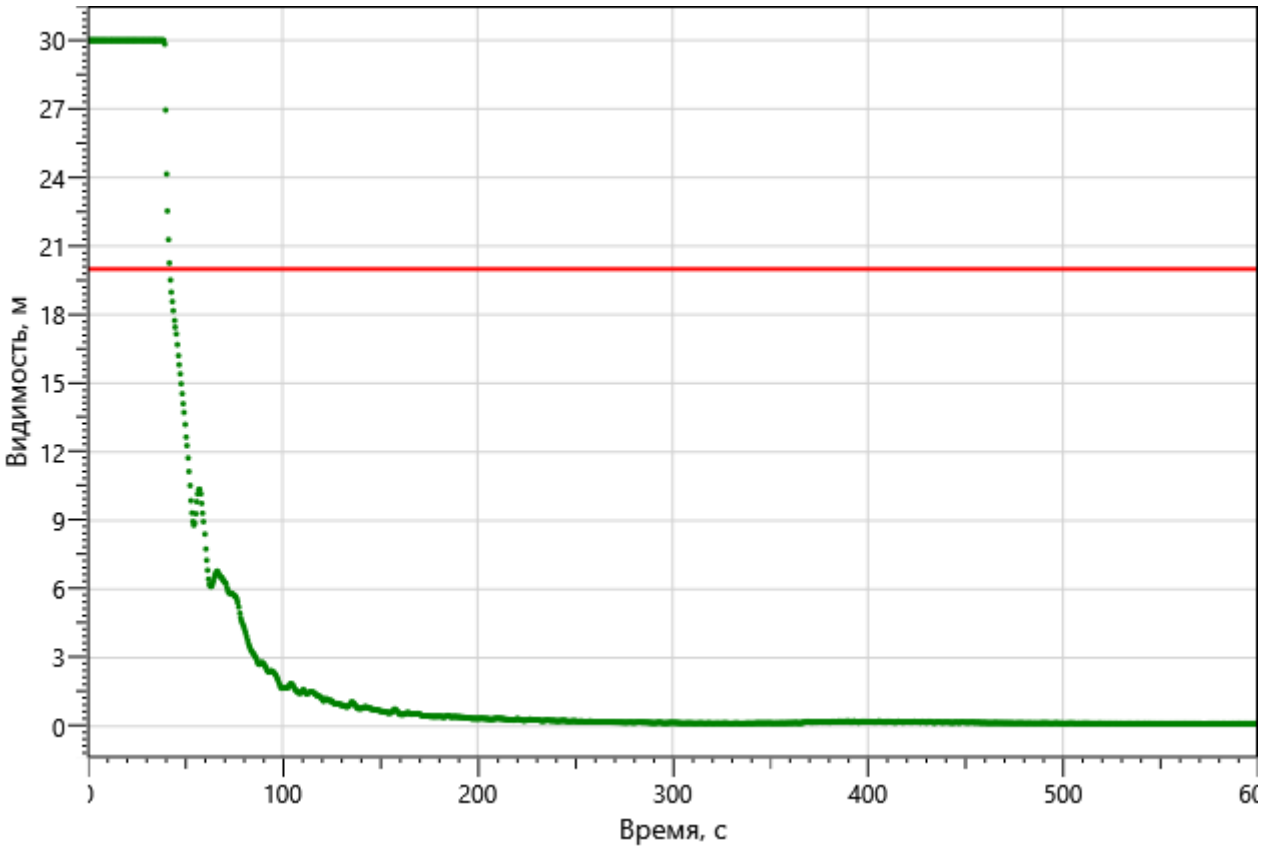


Рисунок 75 - Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

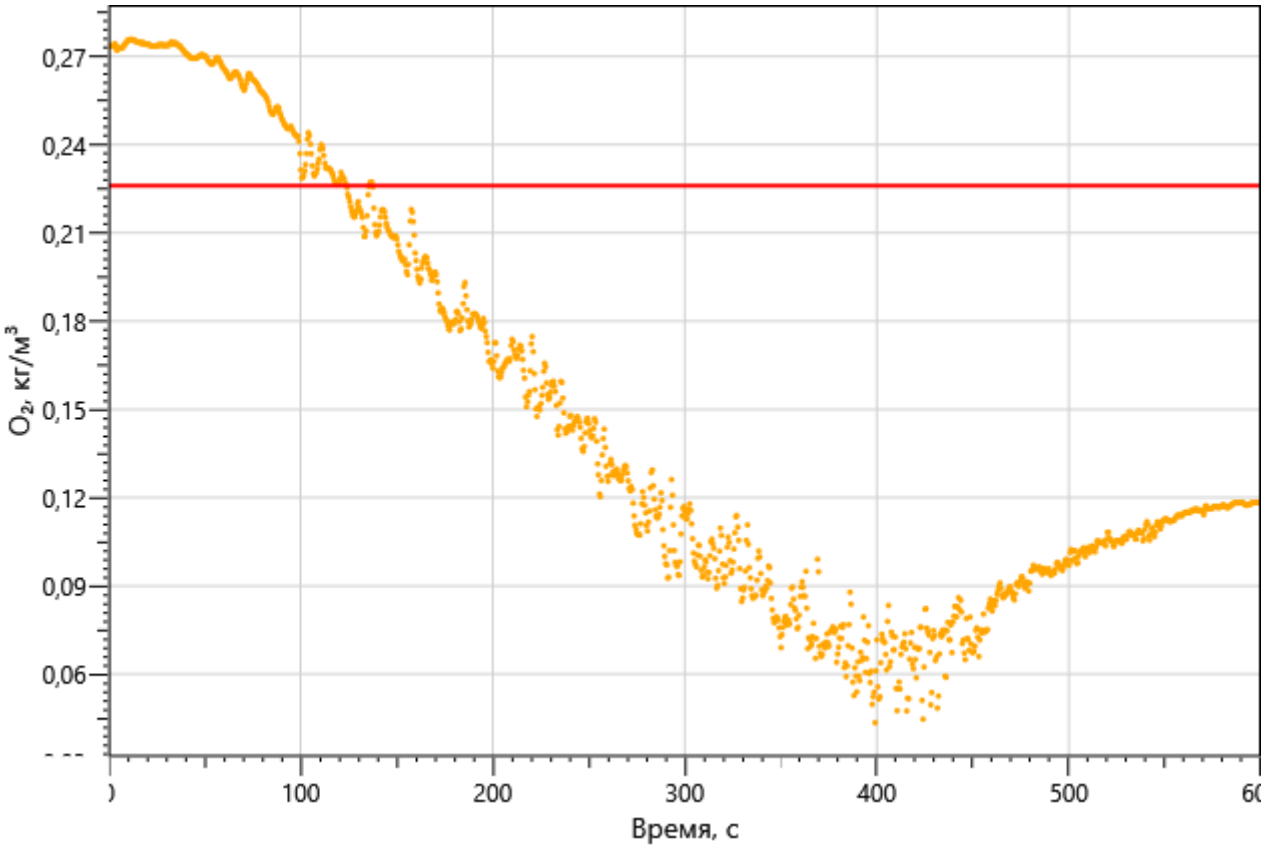


Рисунок 76 - Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

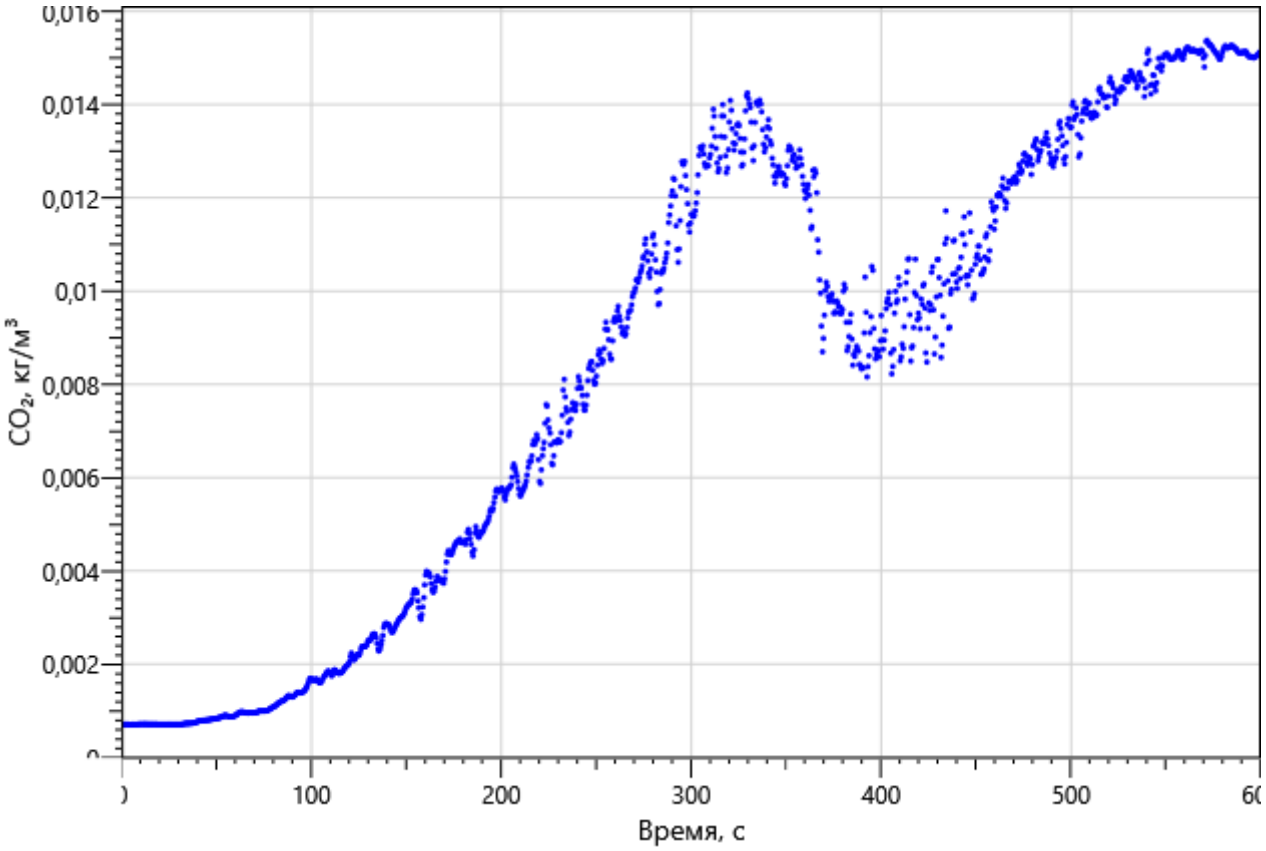


Рисунок 77 - Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

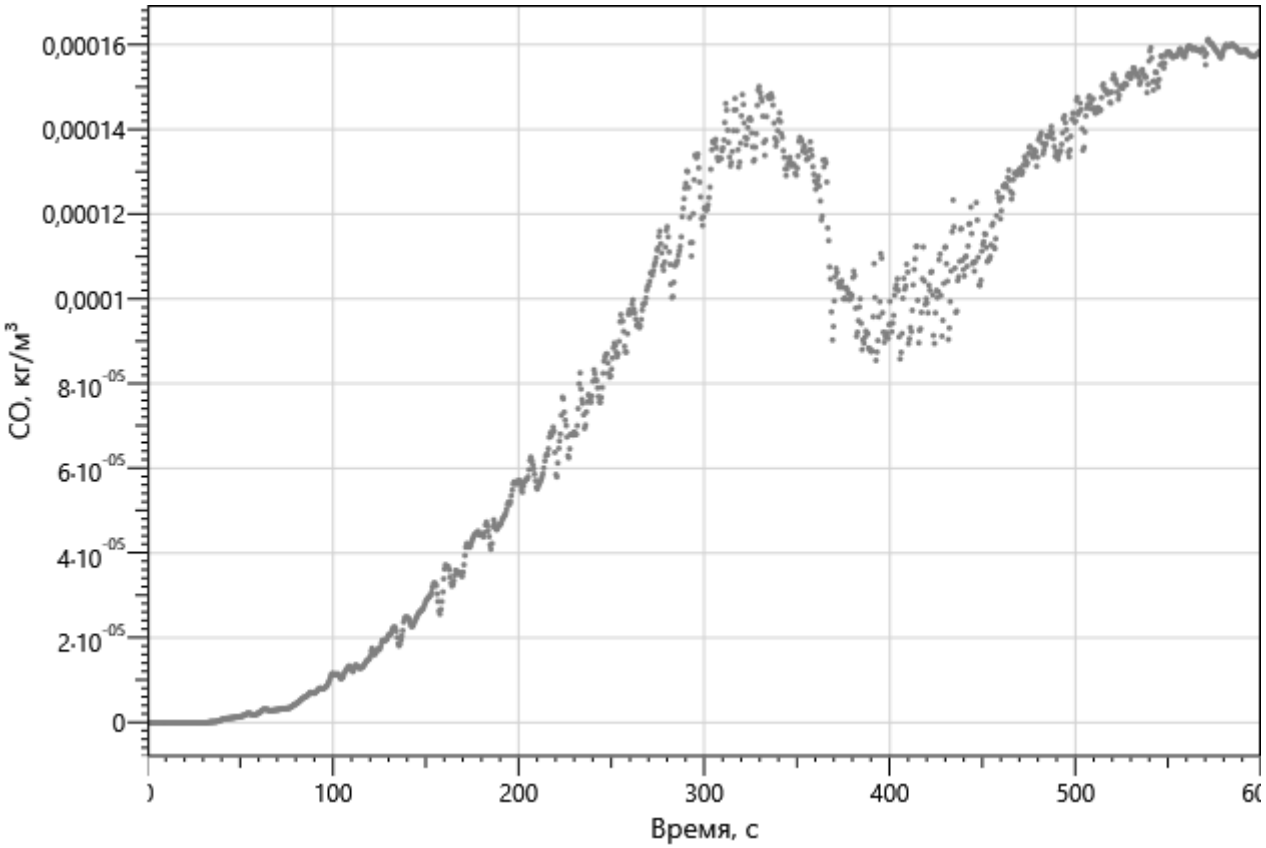


Рисунок 78 - Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

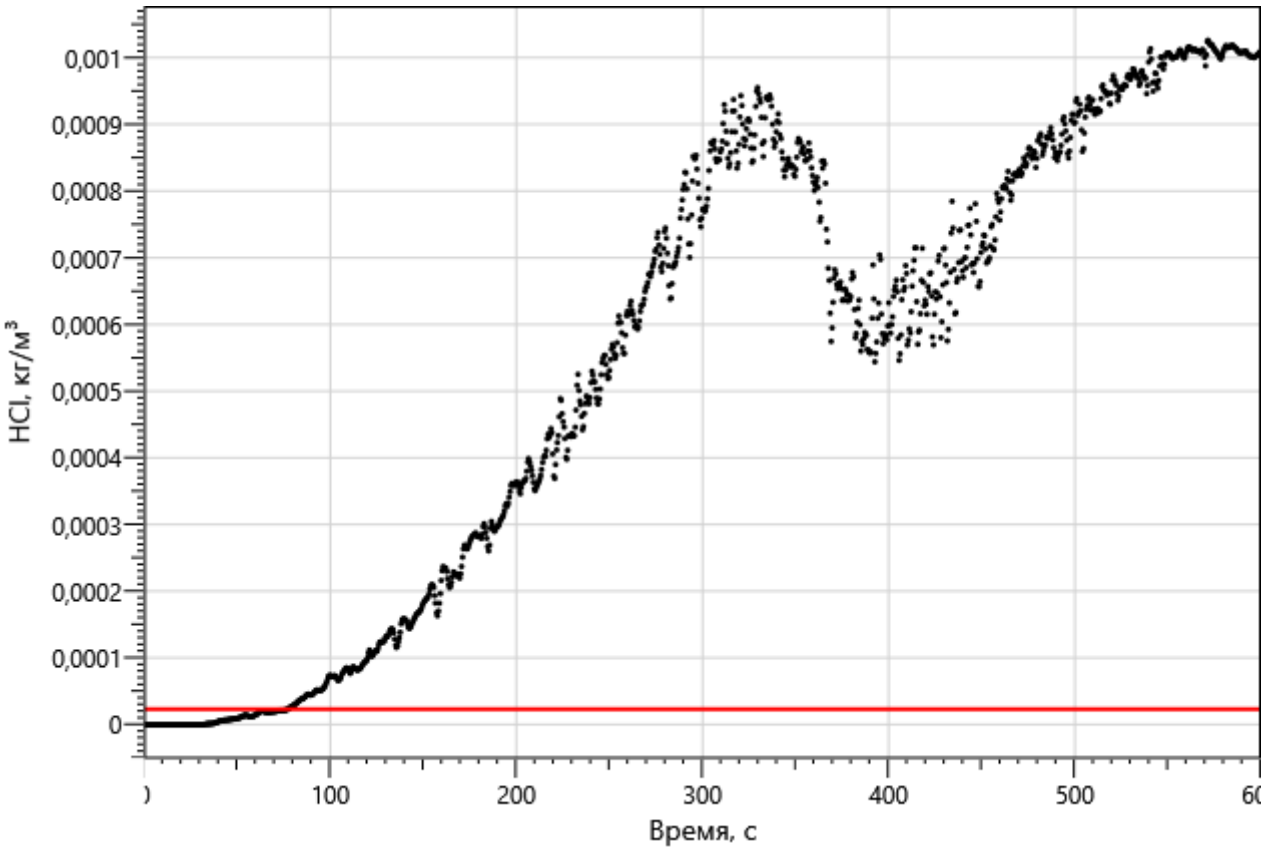


Рисунок 79 - Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

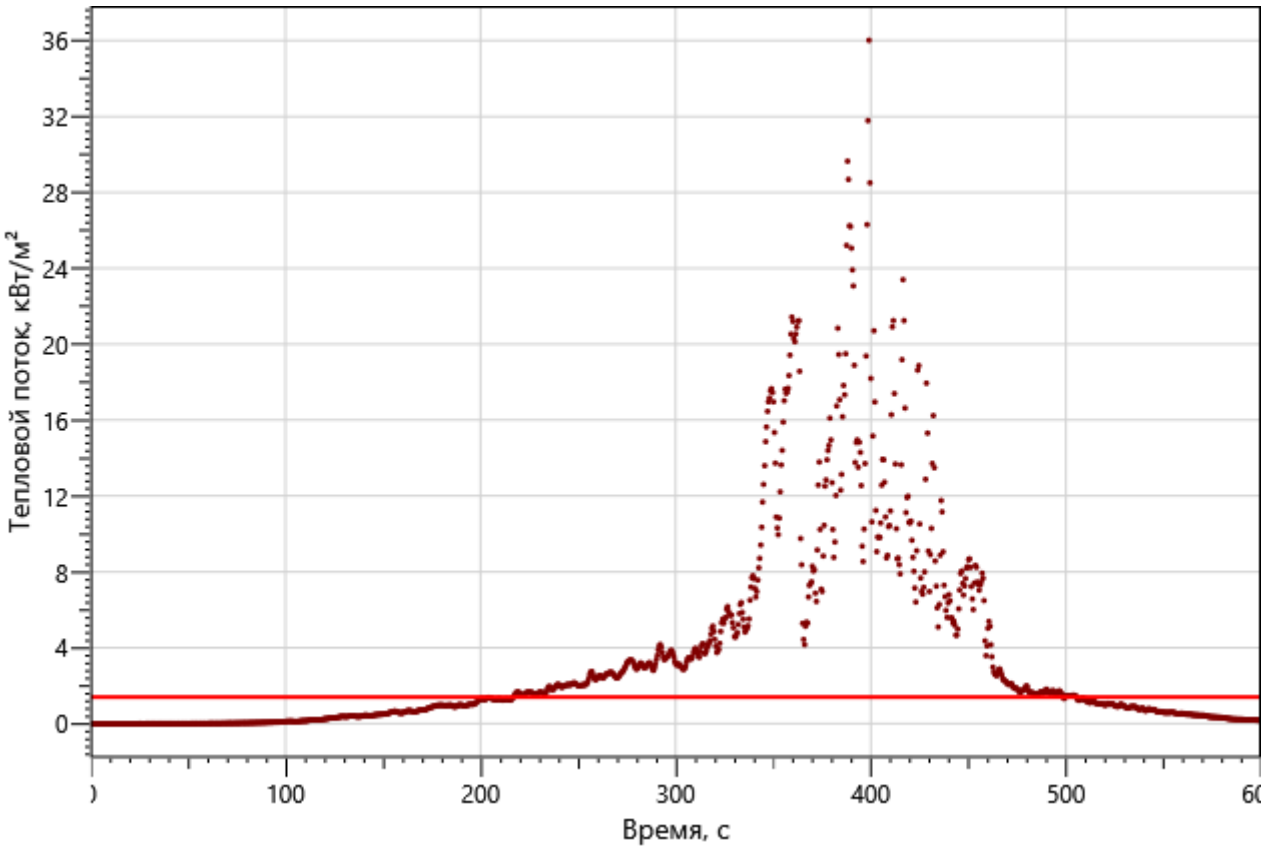


Рисунок 80 - Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

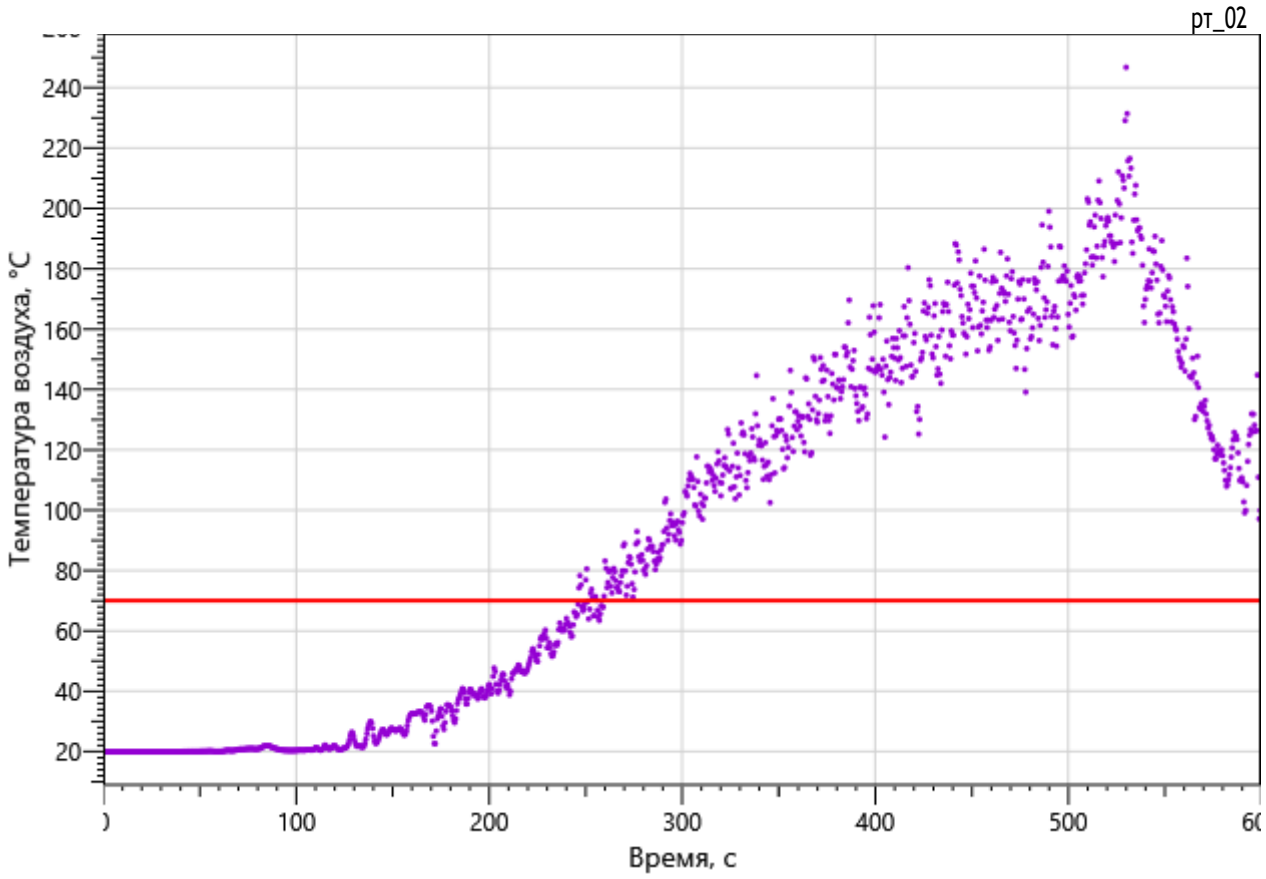


Рисунок 81 - Зависимость температуры от длительности пожара

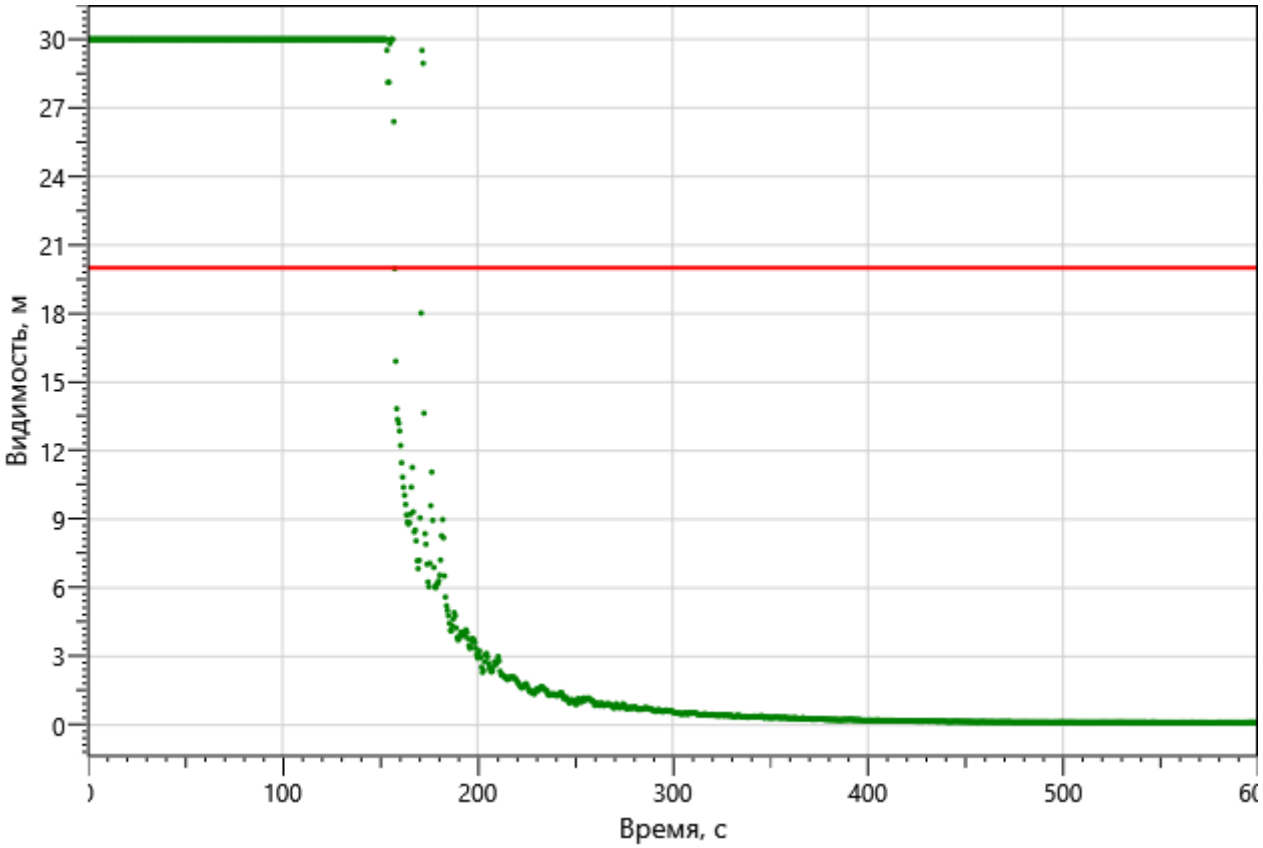


Рисунок 82 - Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

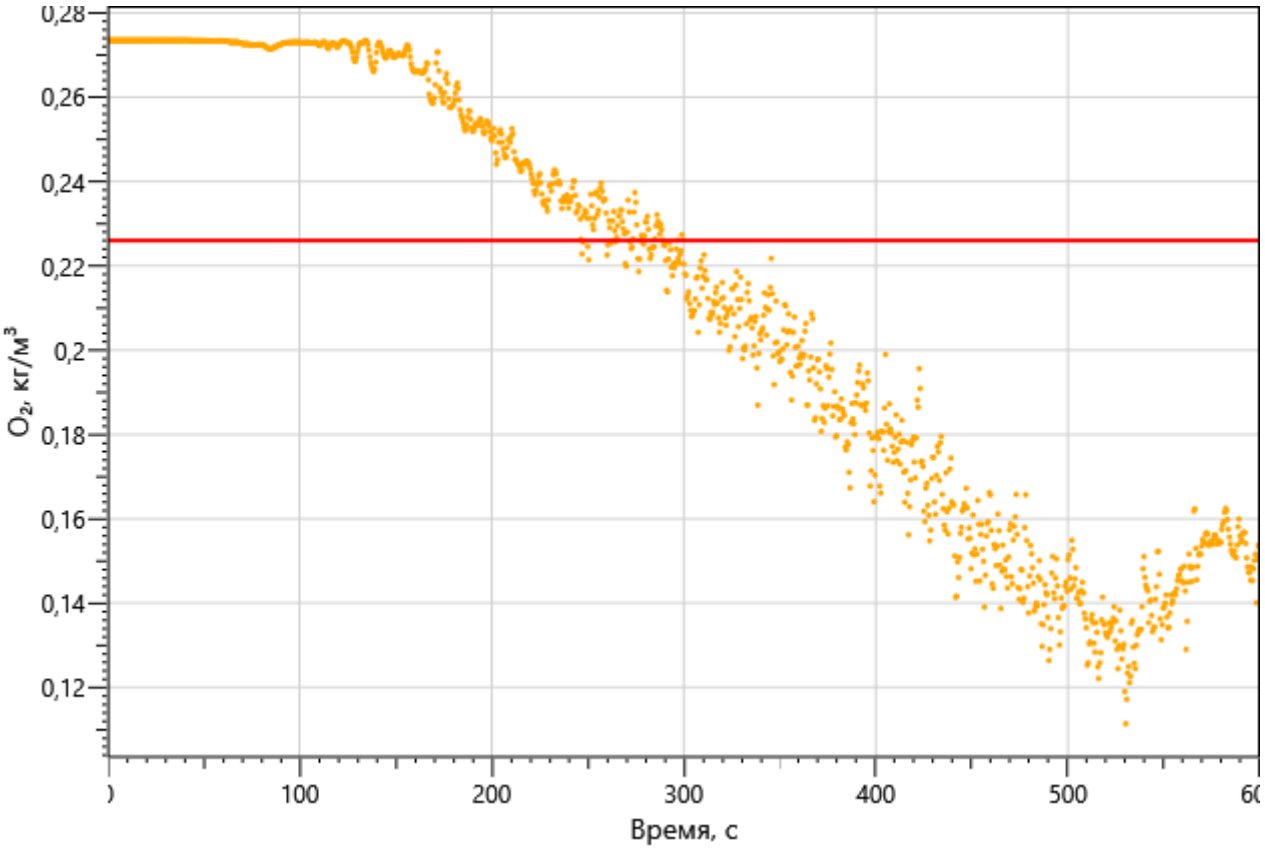


Рисунок 83 - Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

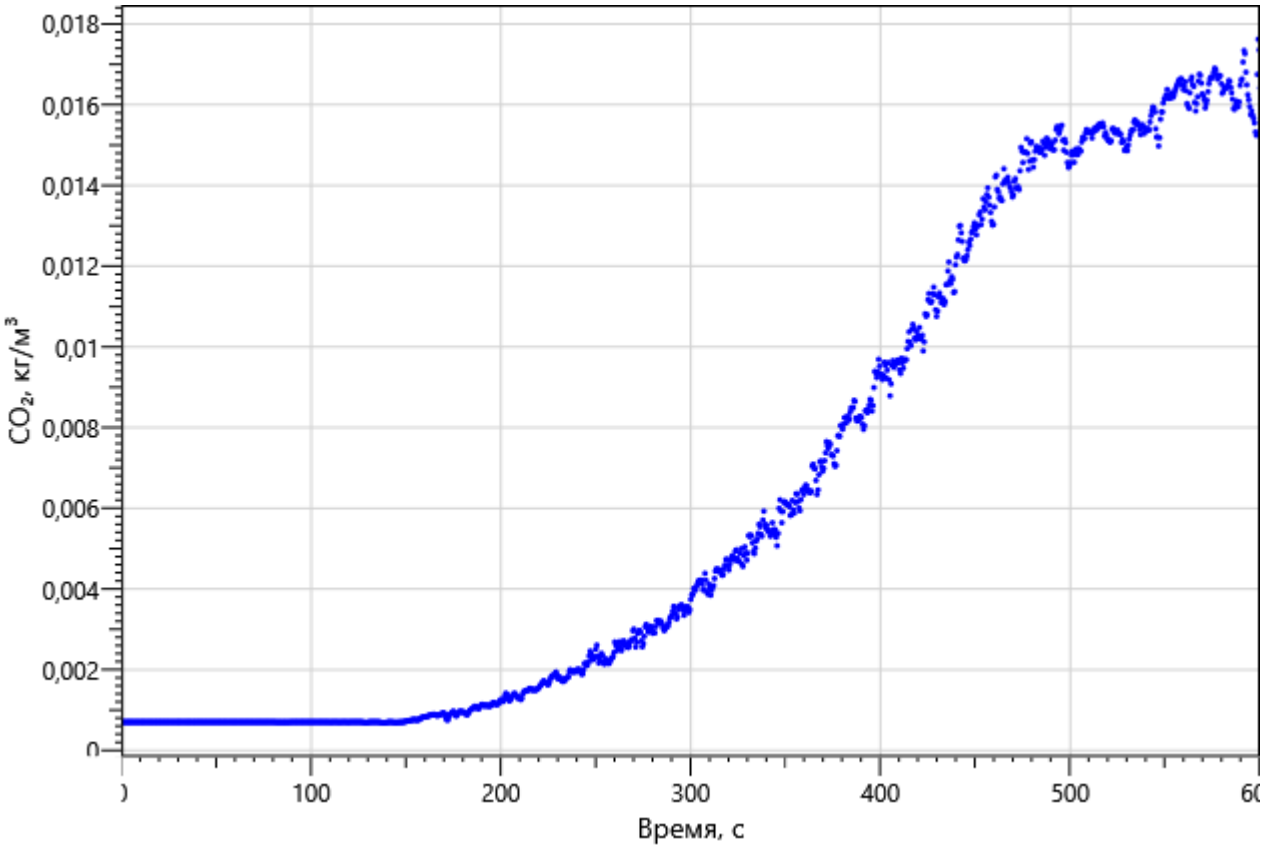


Рисунок 84 - Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

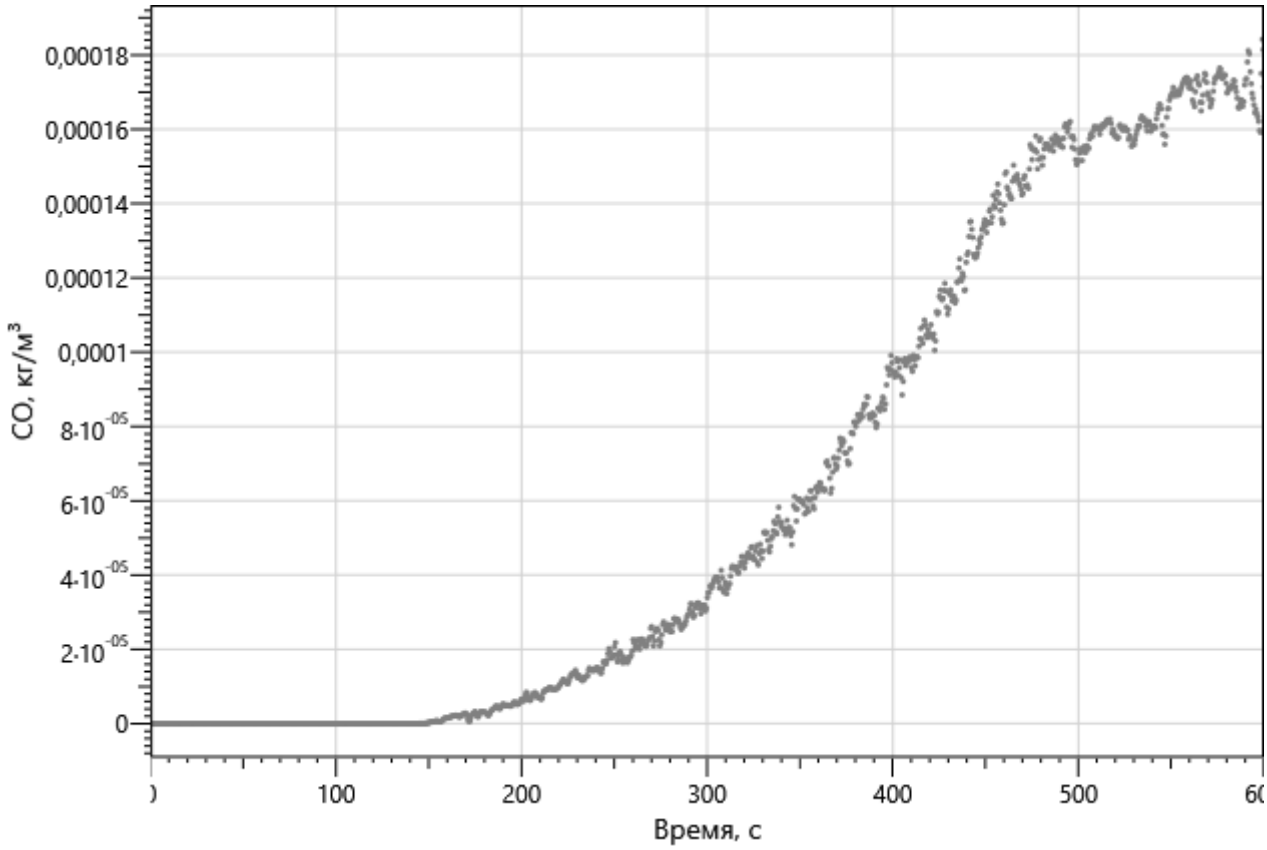


Рисунок 85 - Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

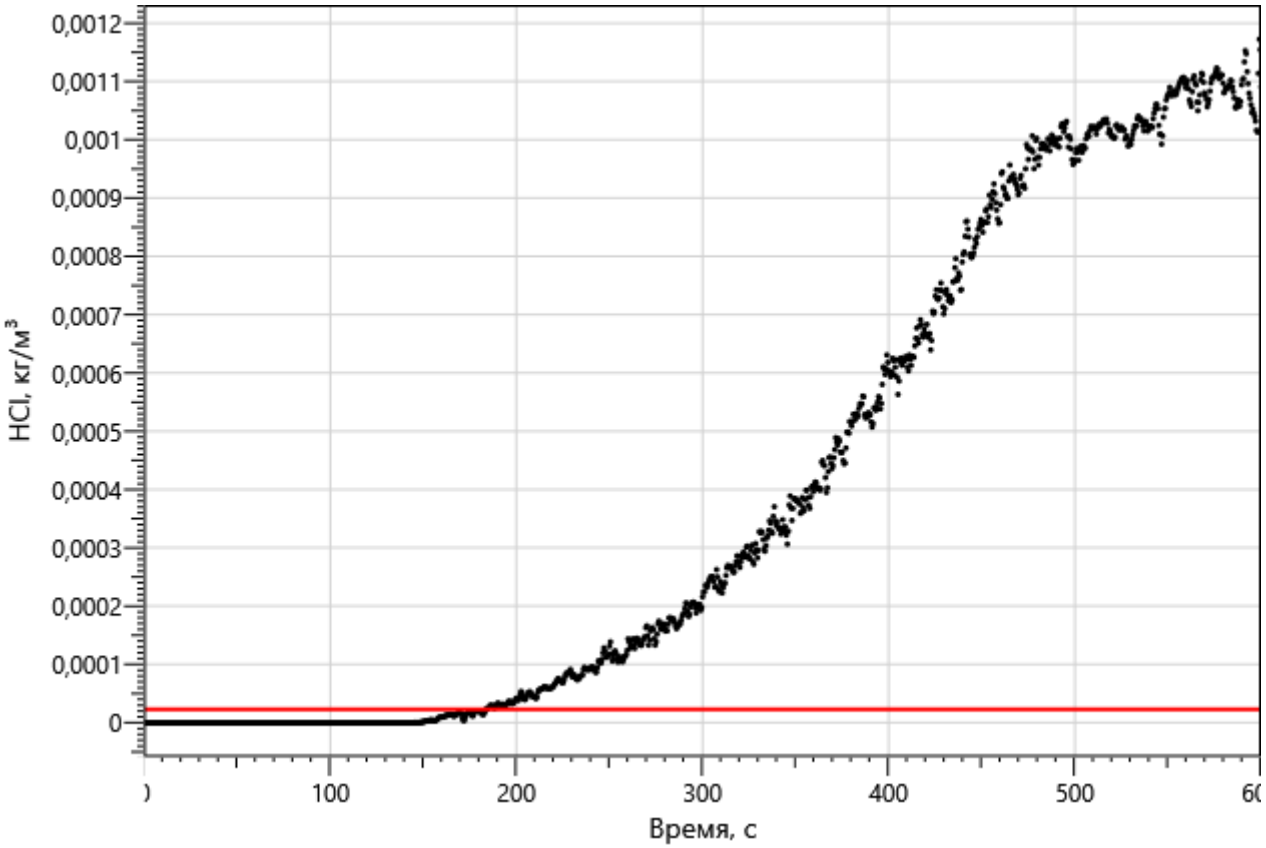


Рисунок 86 - Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

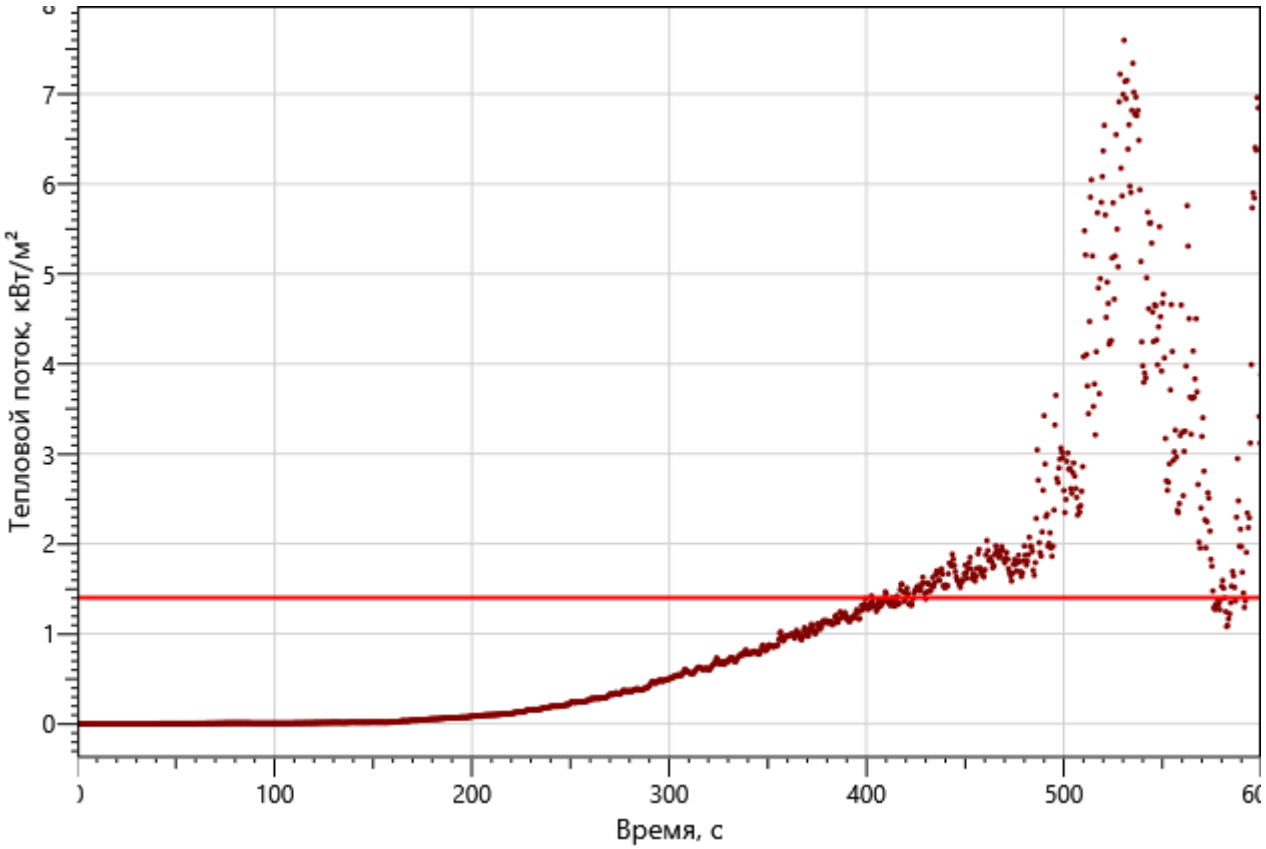


Рисунок 87 - Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

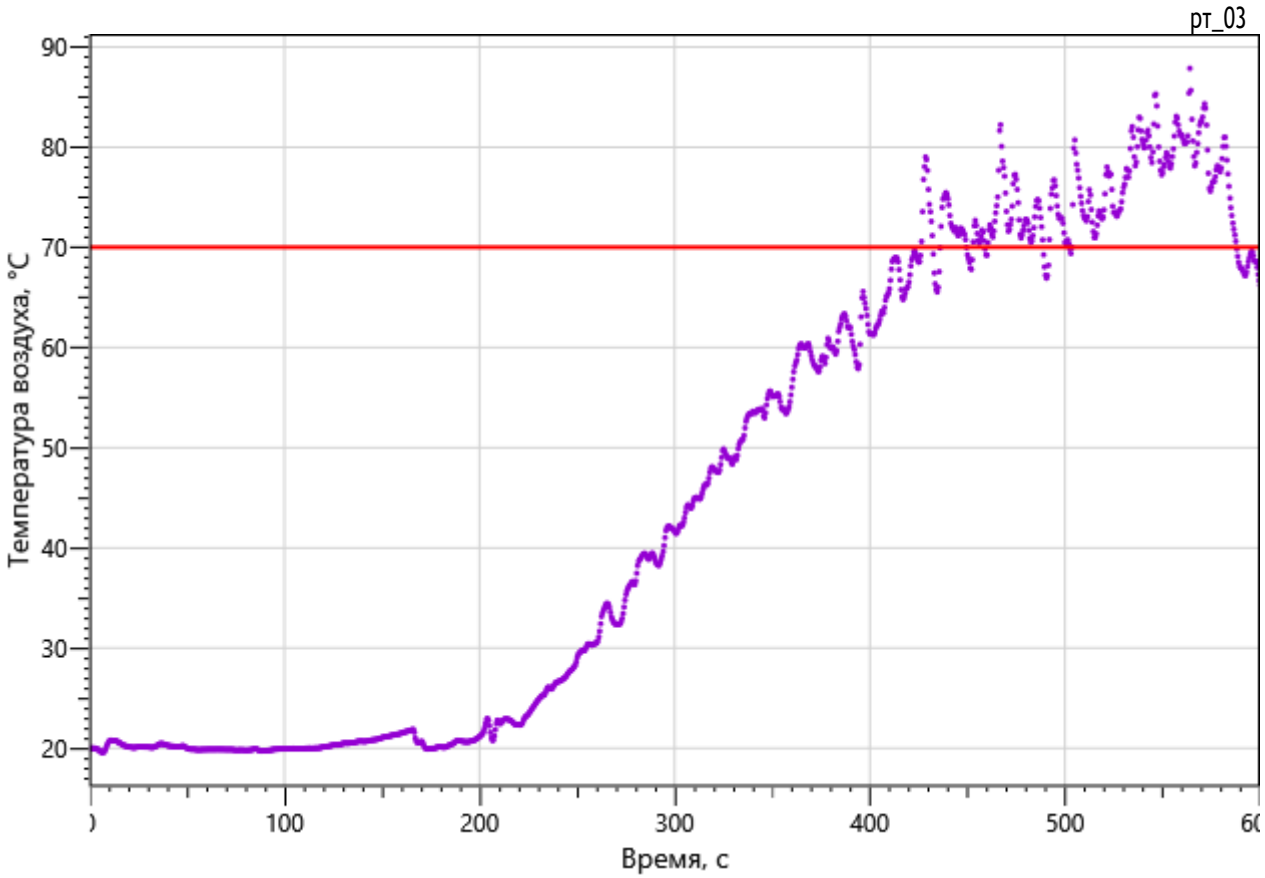


Рисунок 88 - Зависимость температуры от длительности пожара

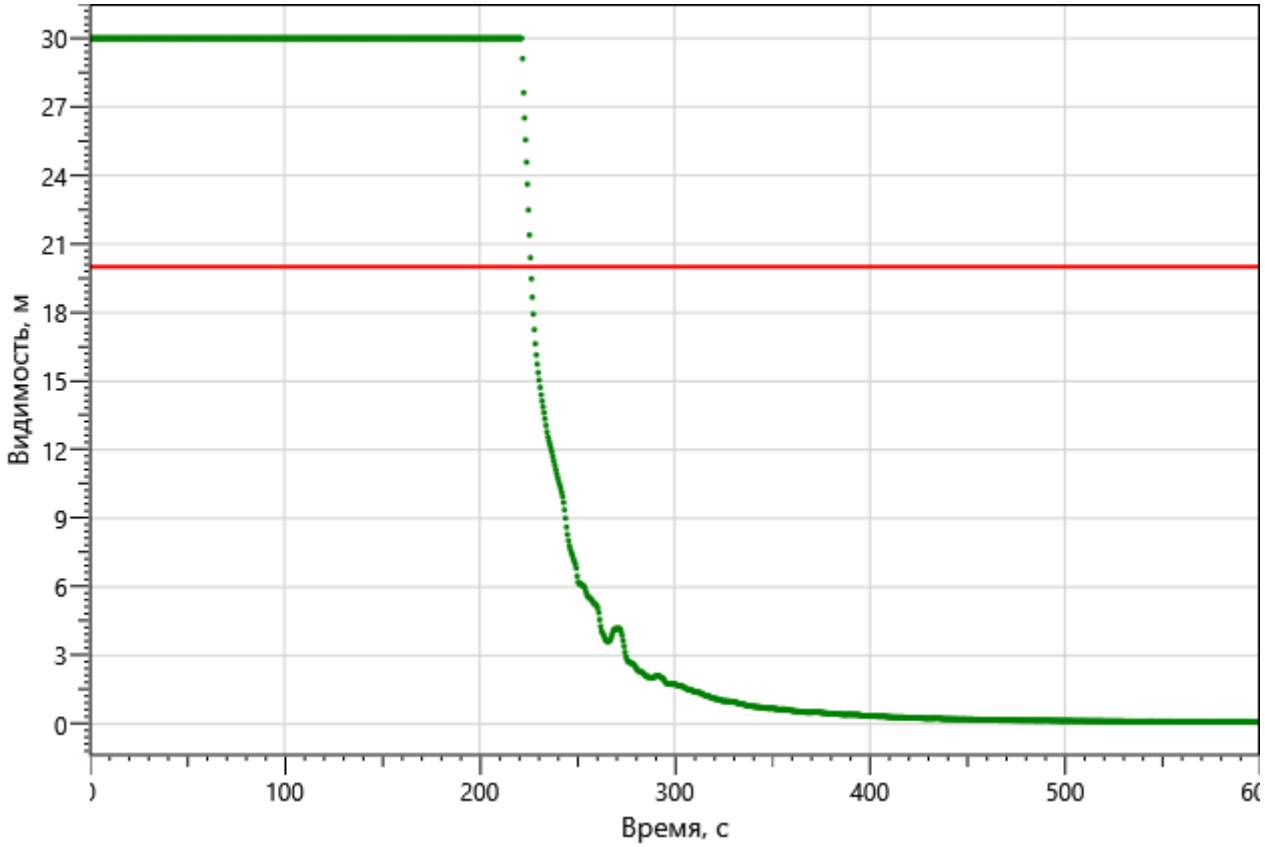


Рисунок 89 - Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

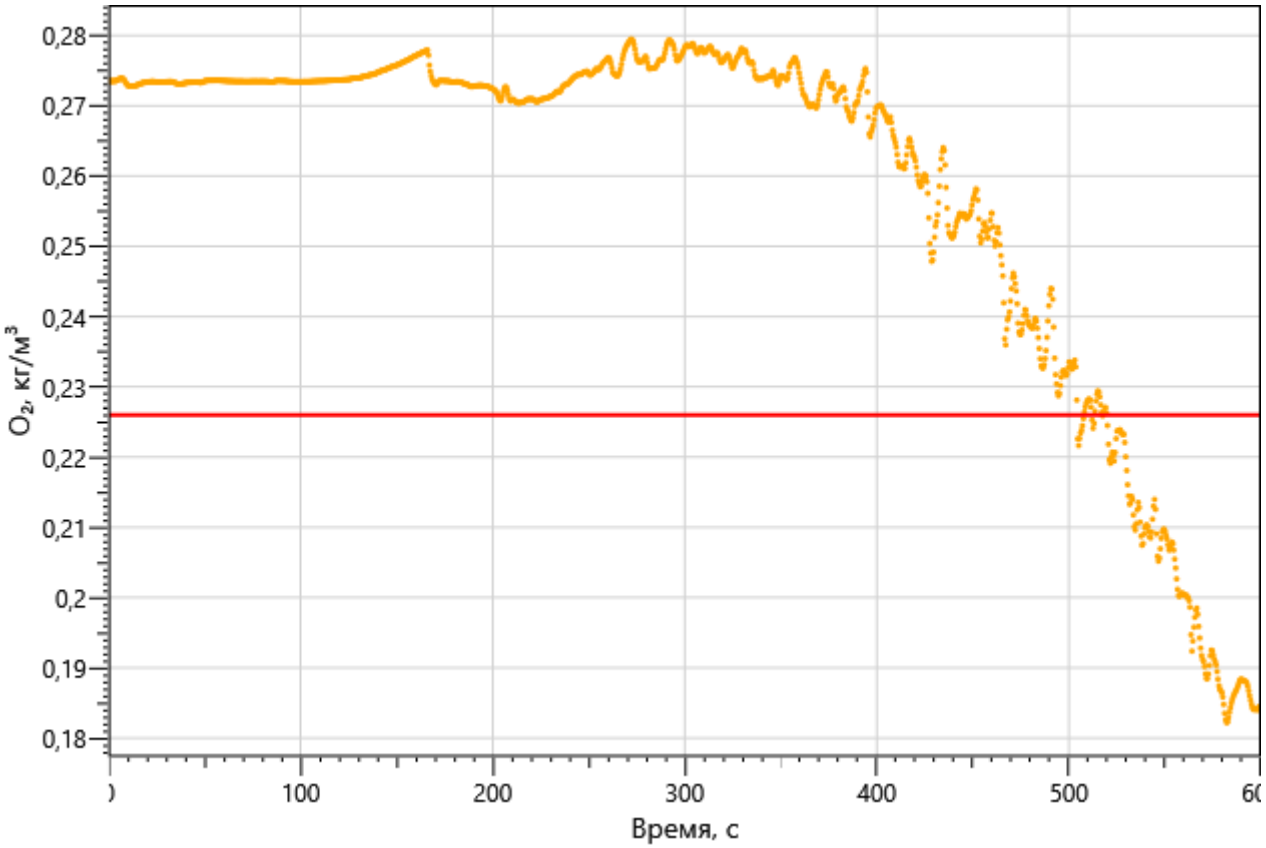


Рисунок 90 - Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

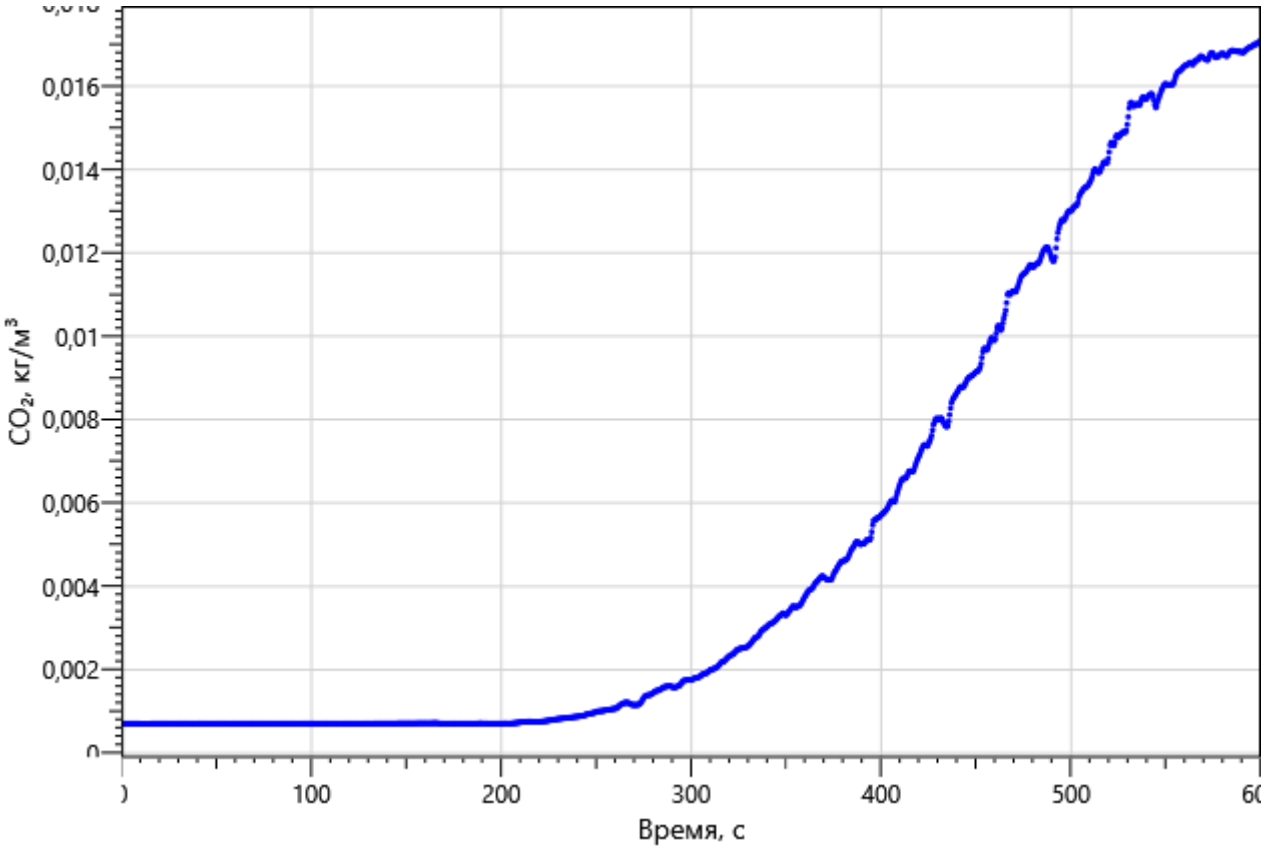


Рисунок 91 - Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

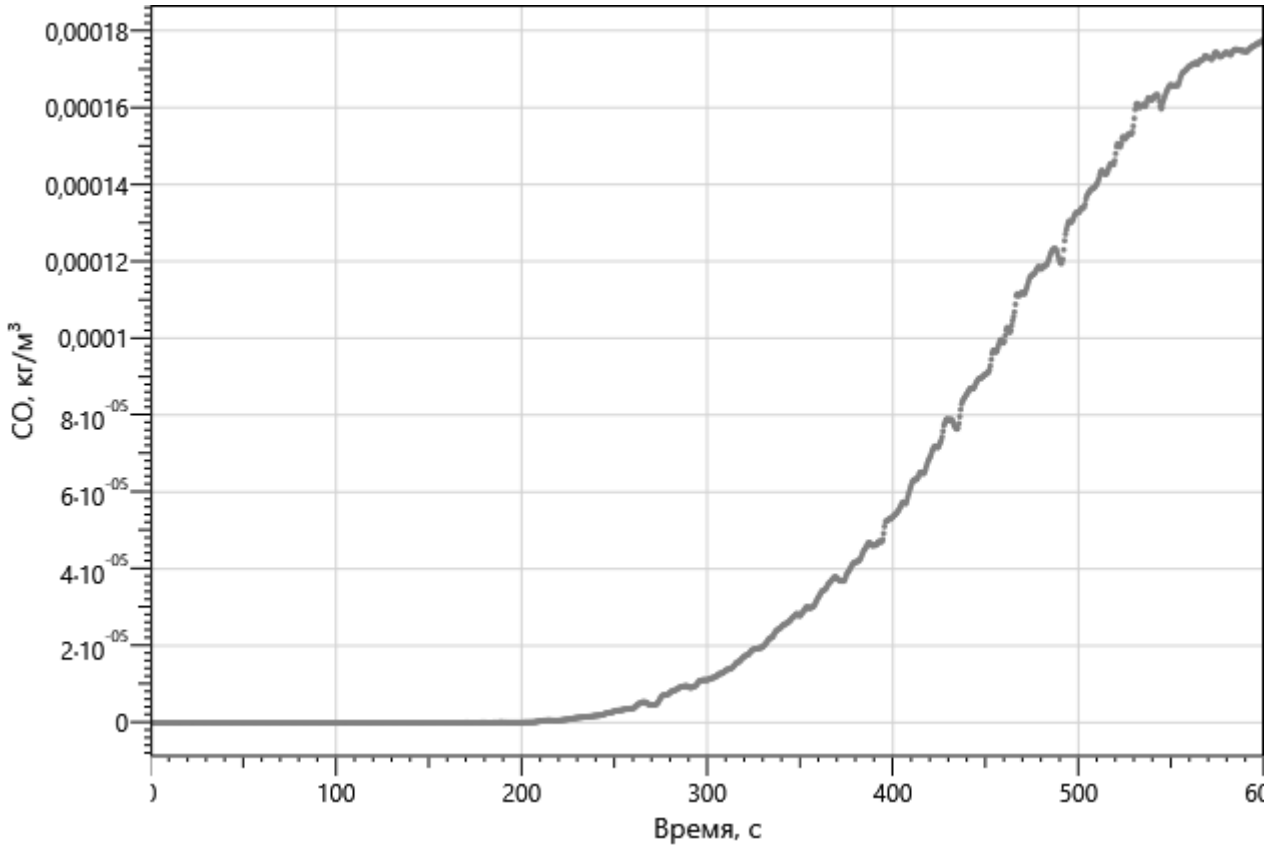


Рисунок 92 - Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

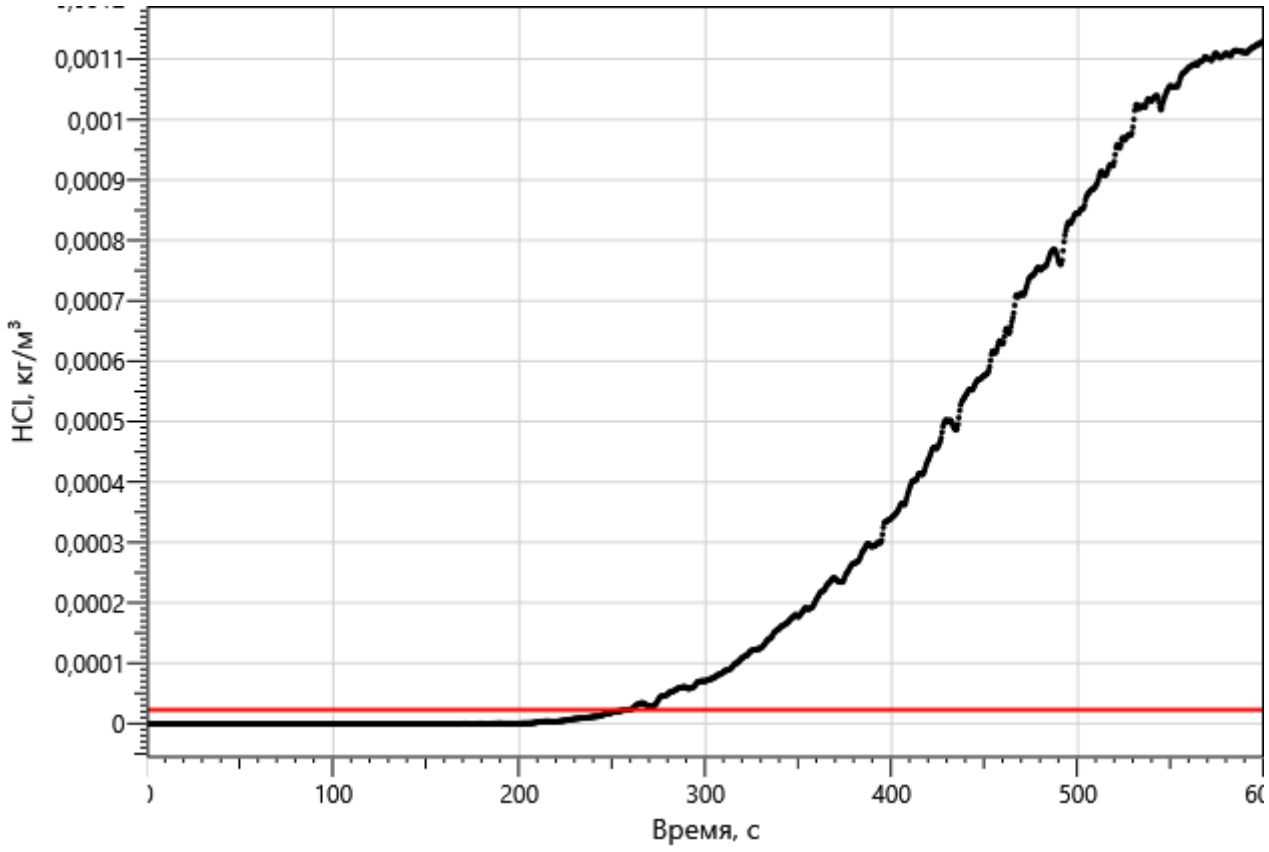


Рисунок 93 - Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

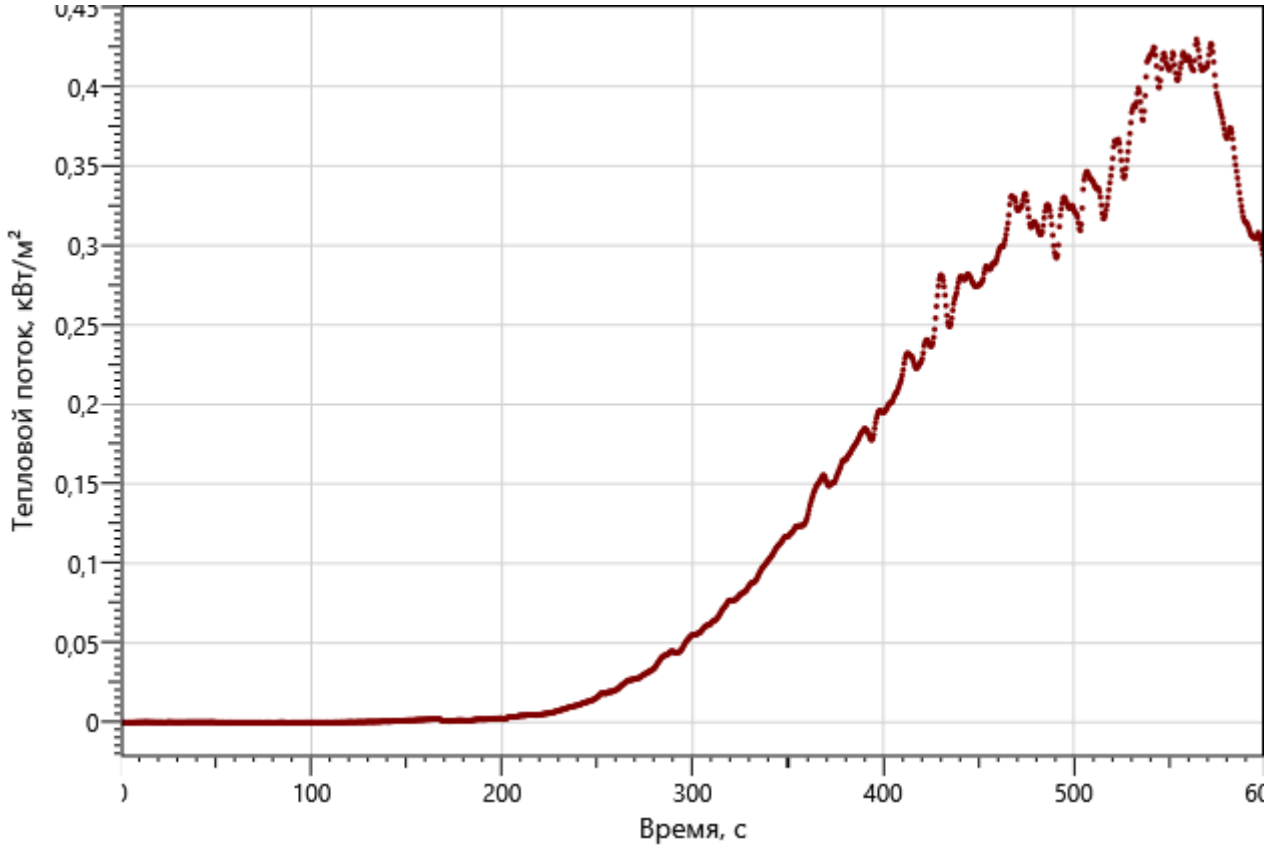


Рисунок 94 - Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

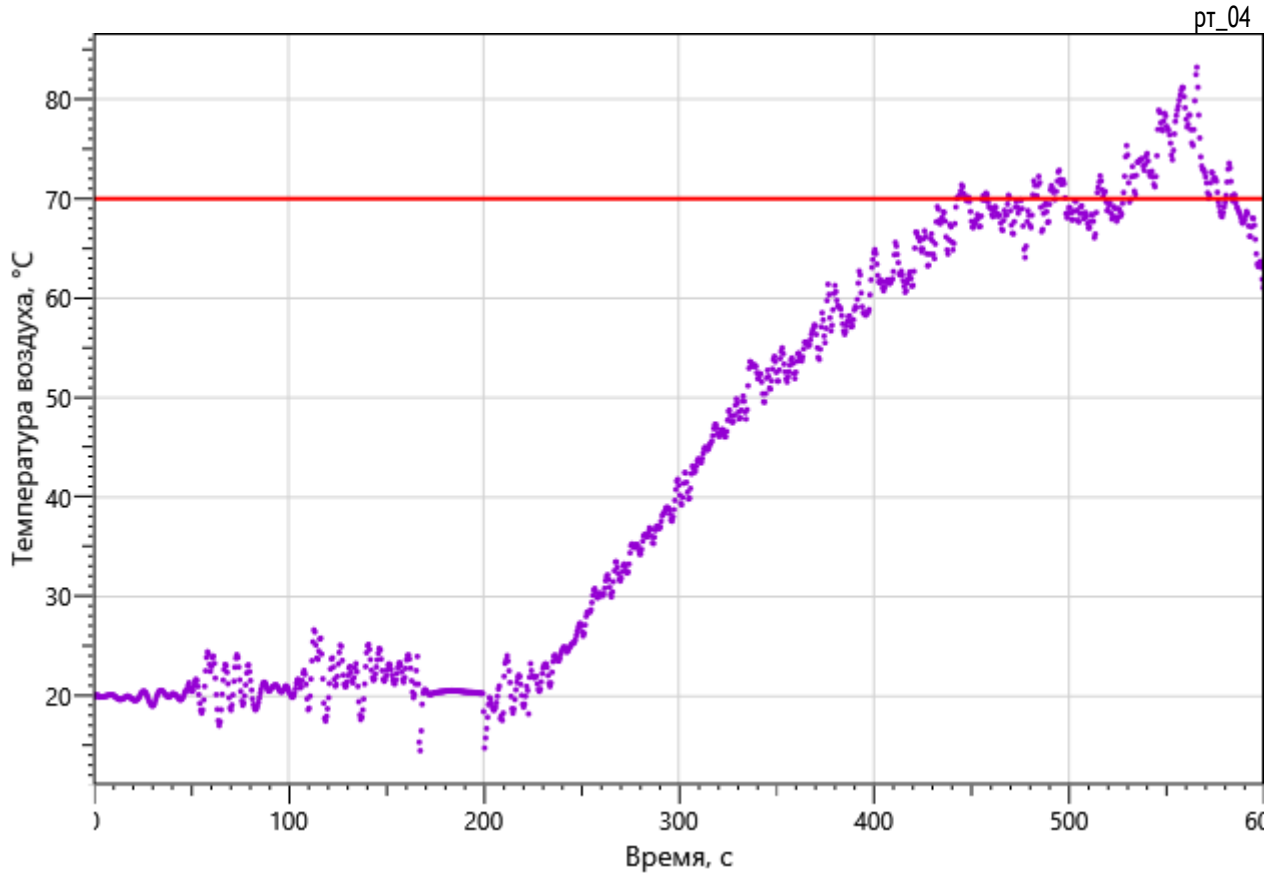


Рисунок 95 - Зависимость температуры от длительности пожара

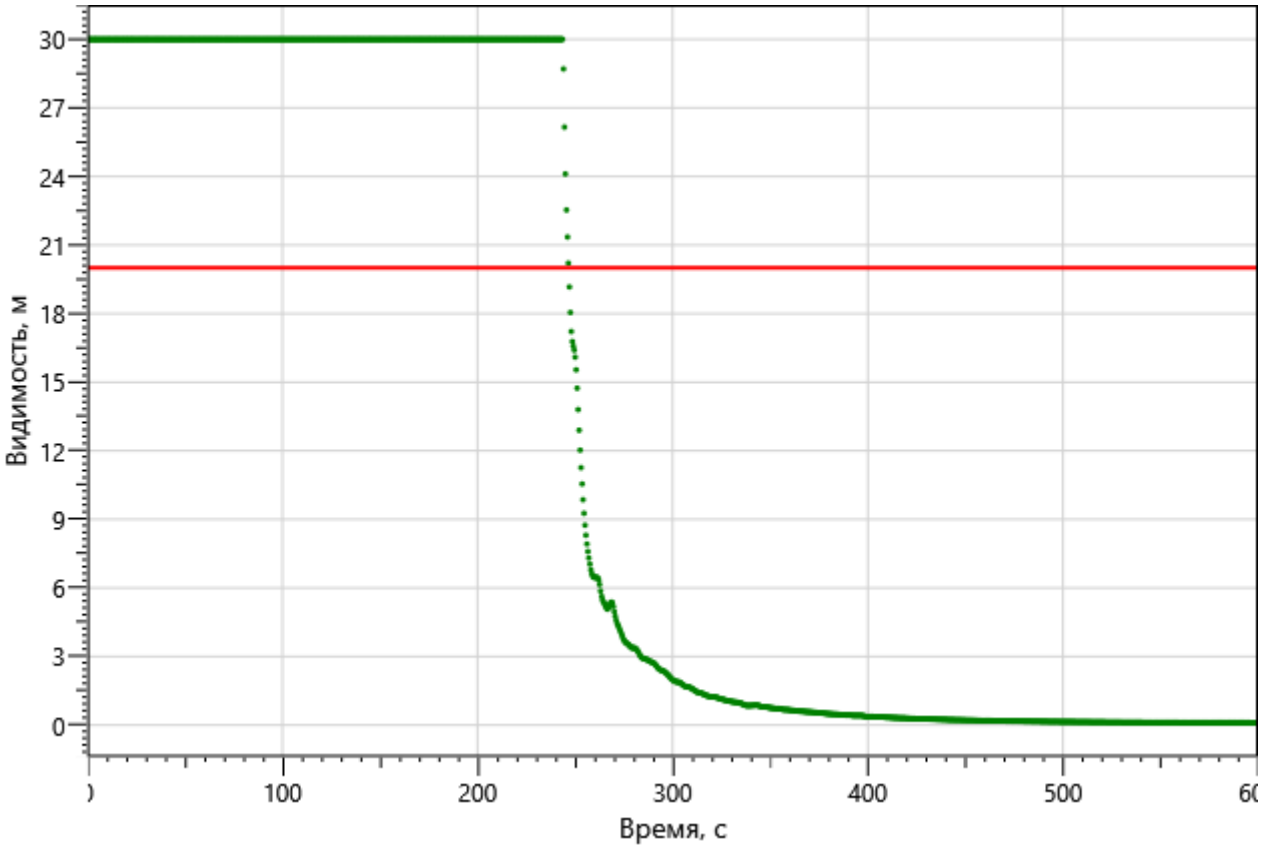


Рисунок 96 - Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

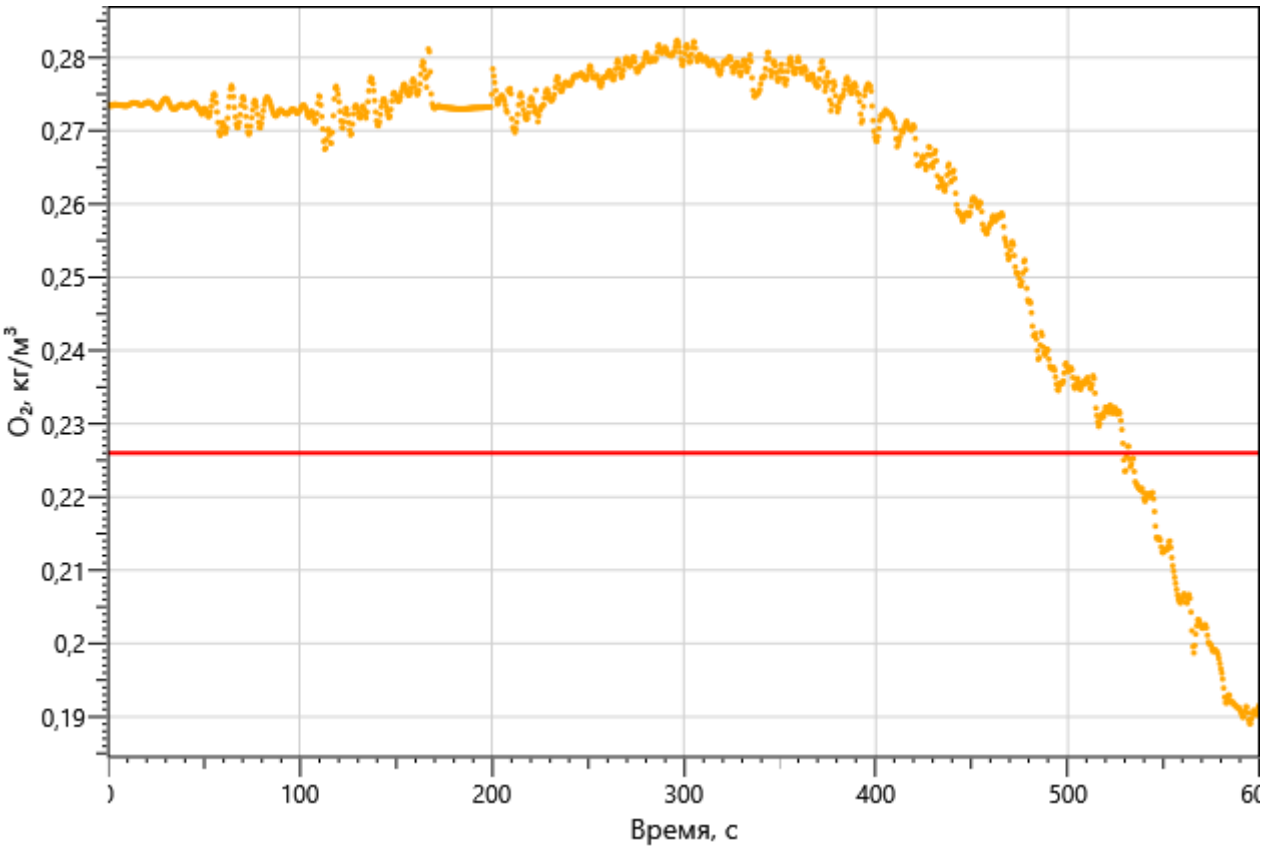


Рисунок 97 - Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

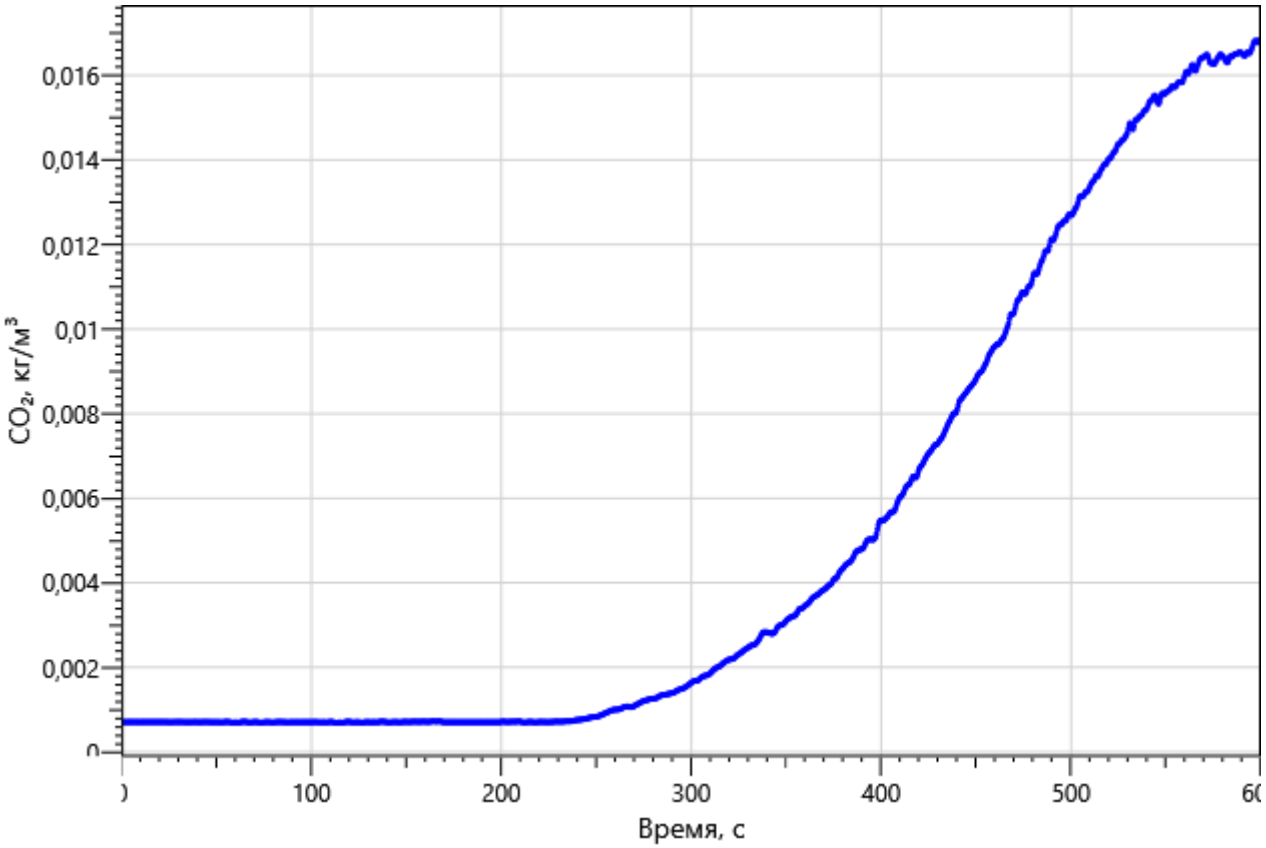


Рисунок 98 - Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

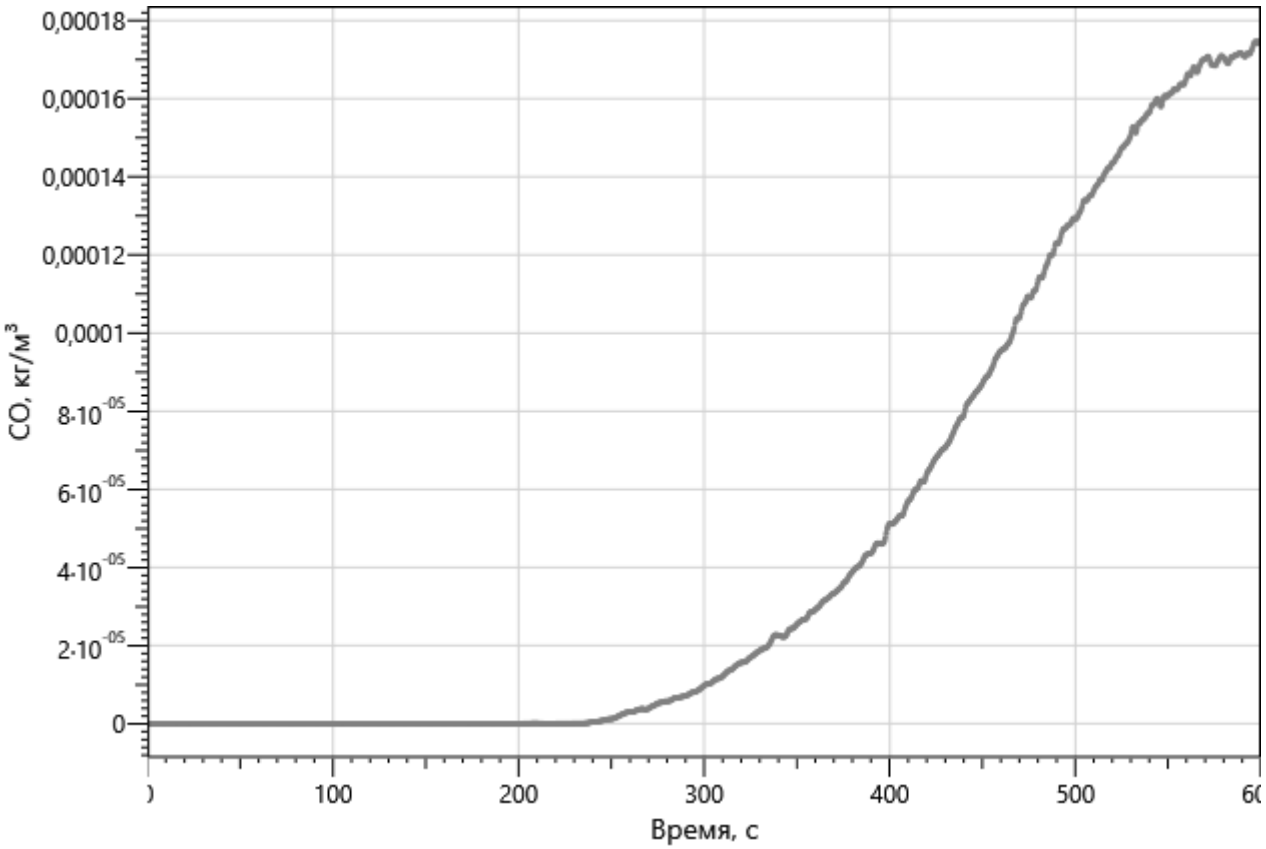


Рисунок 99 - Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

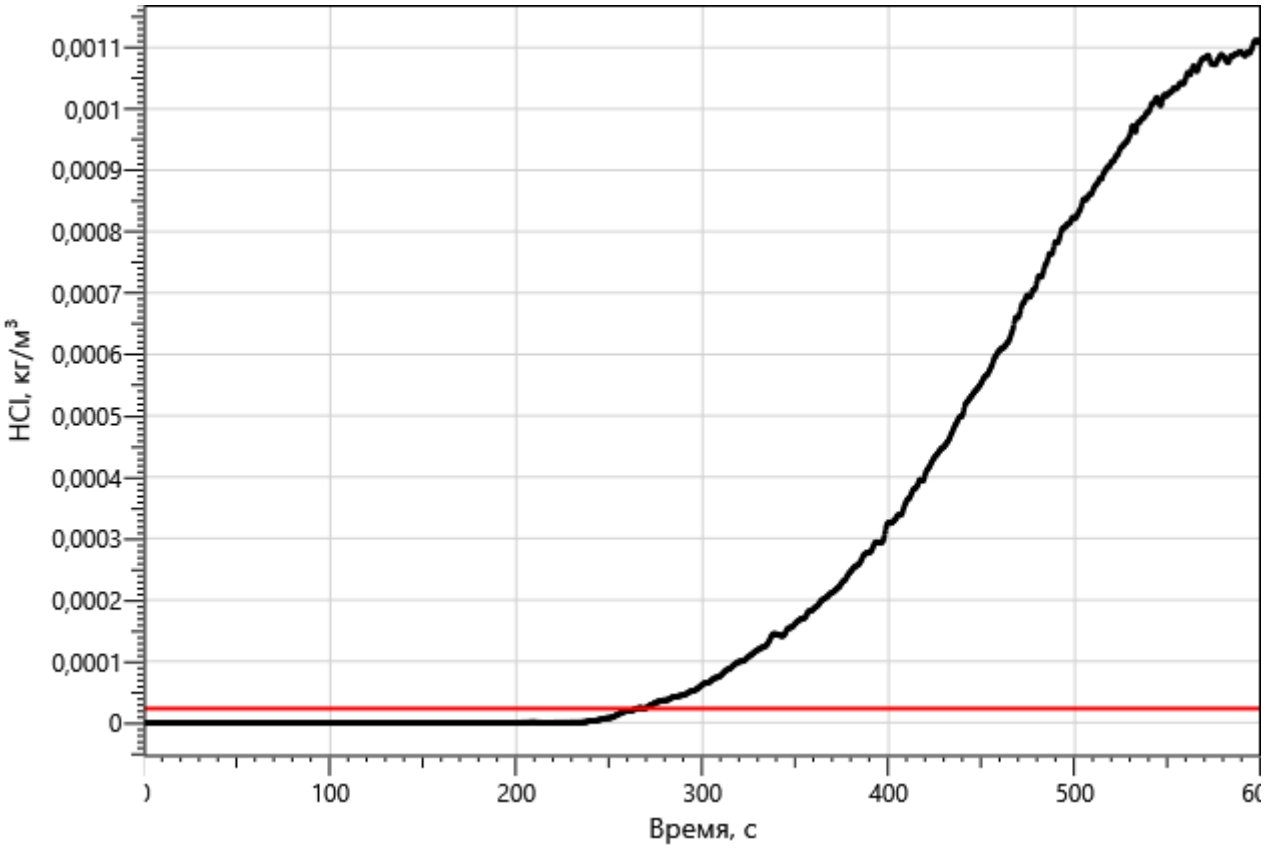


Рисунок 100 - Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

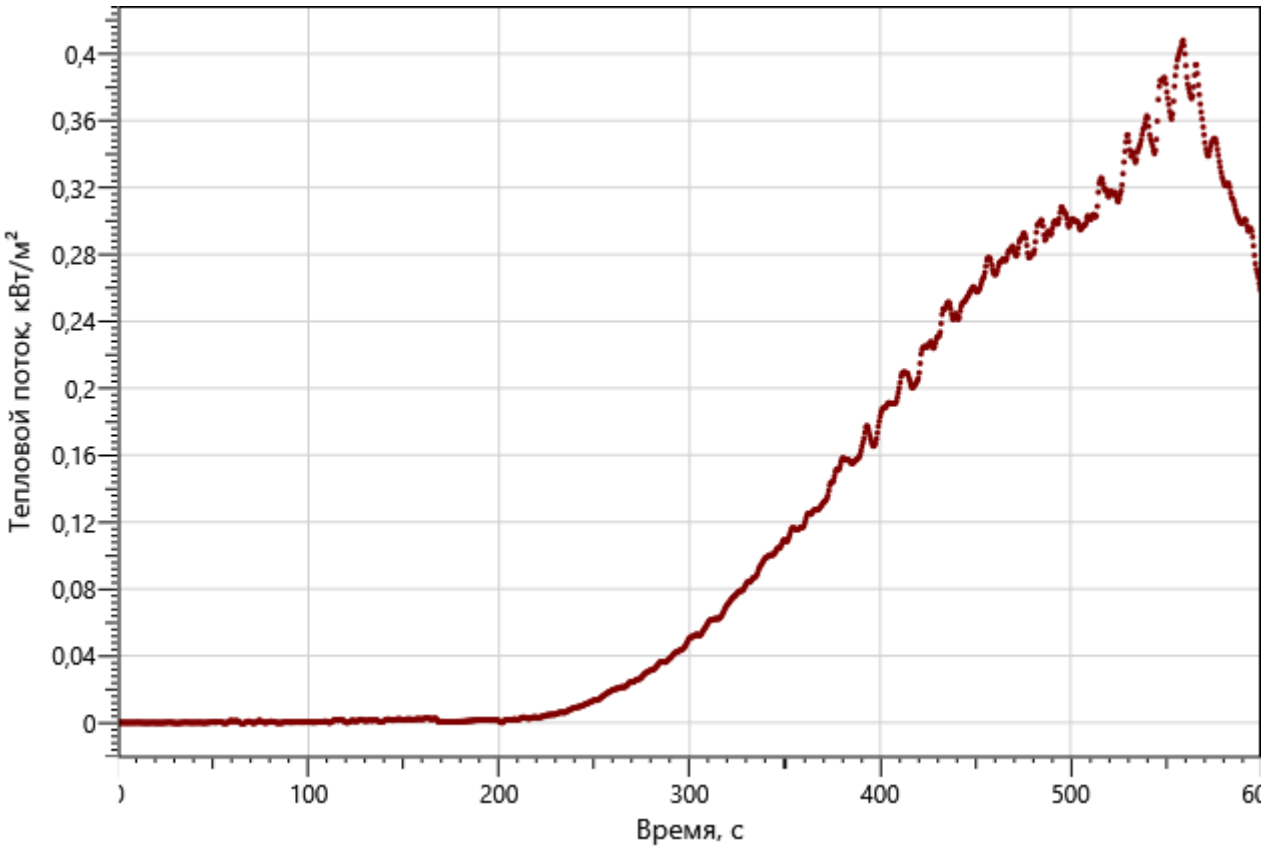


Рисунок 101 - Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

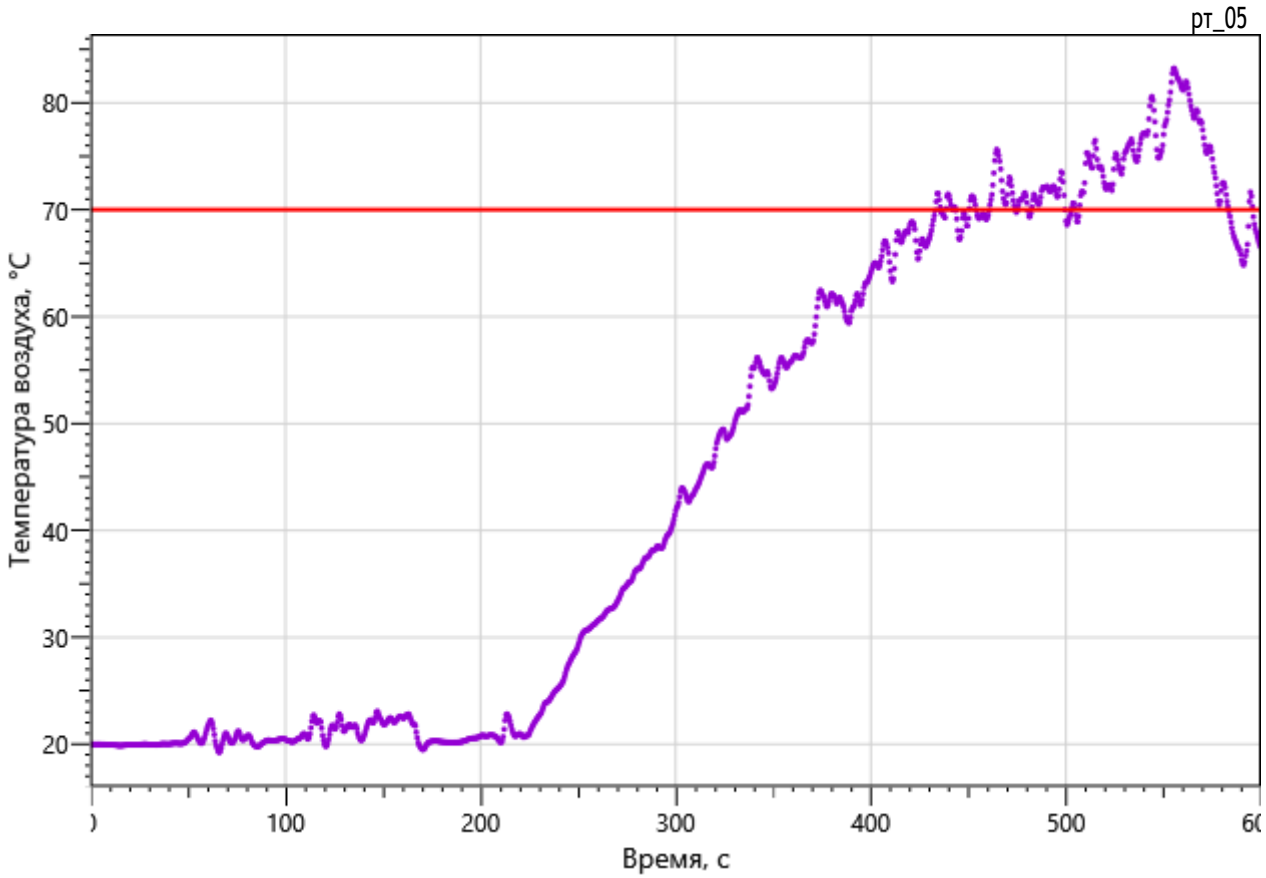


Рисунок 102 - Зависимость температуры от длительности пожара

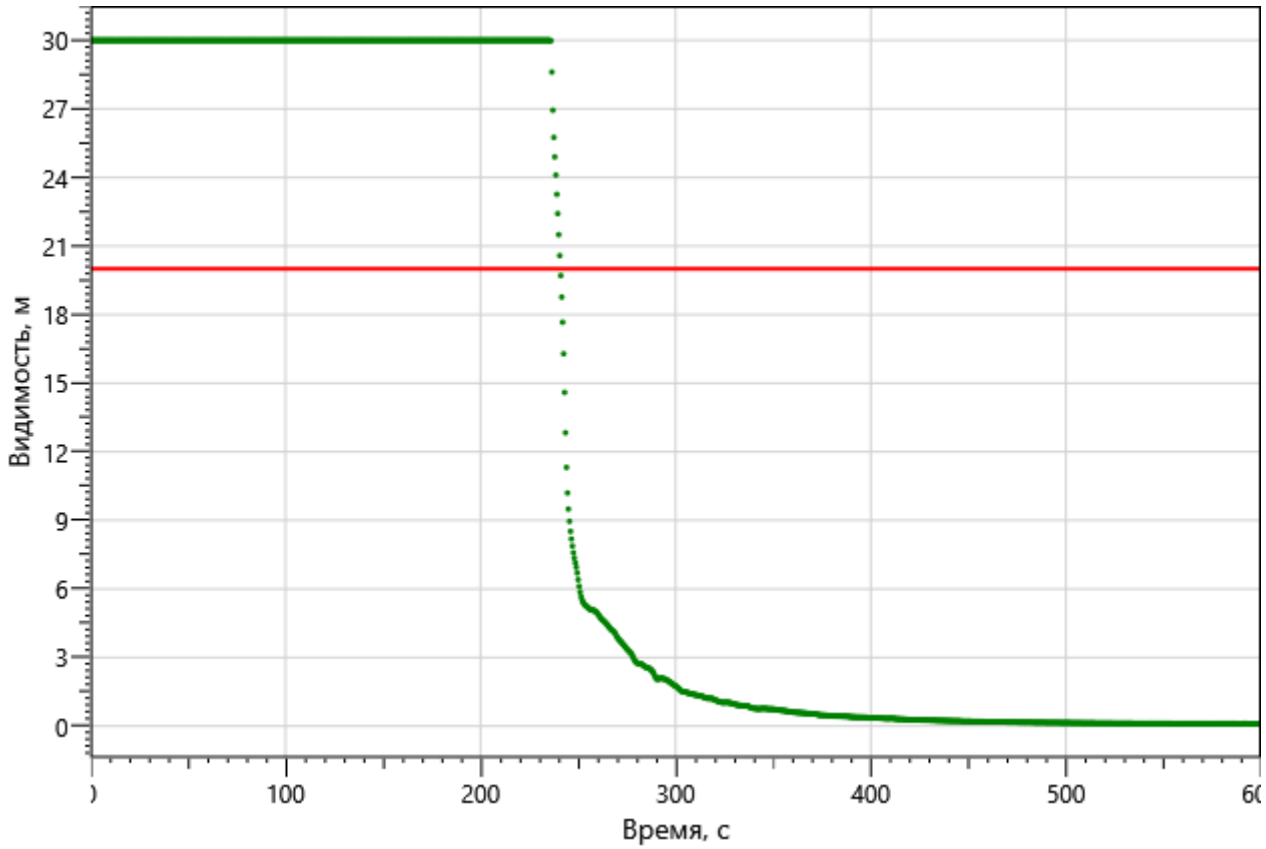


Рисунок 103 - Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

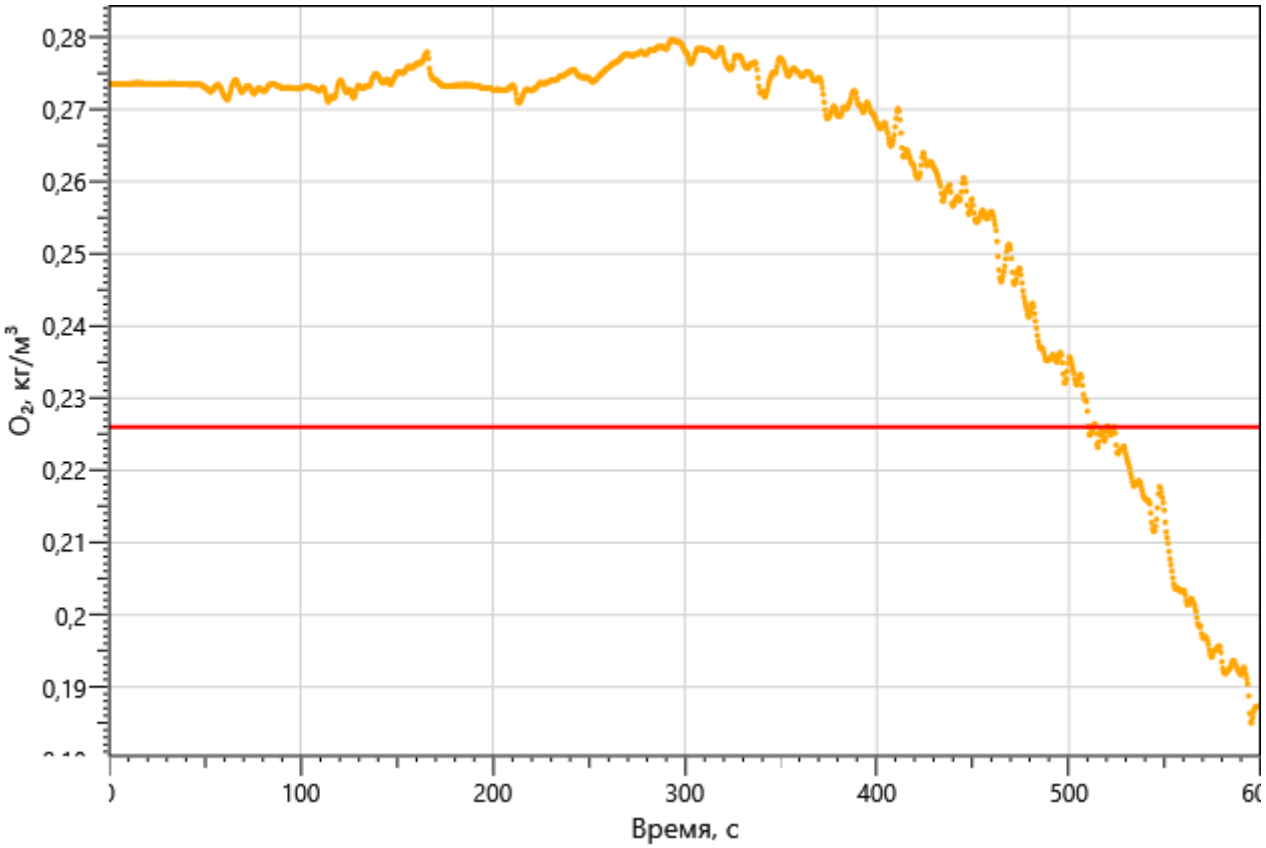


Рисунок 104 - Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

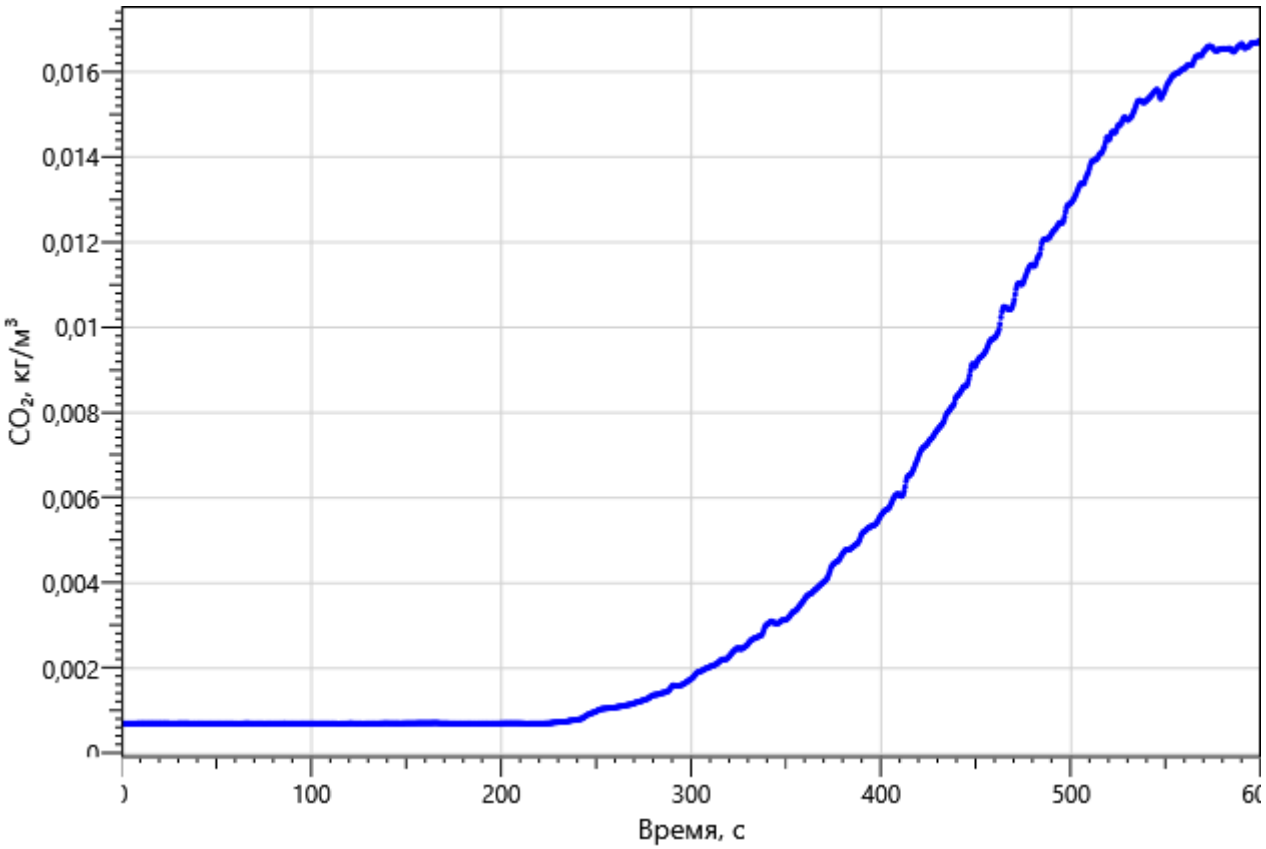


Рисунок 105 - Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

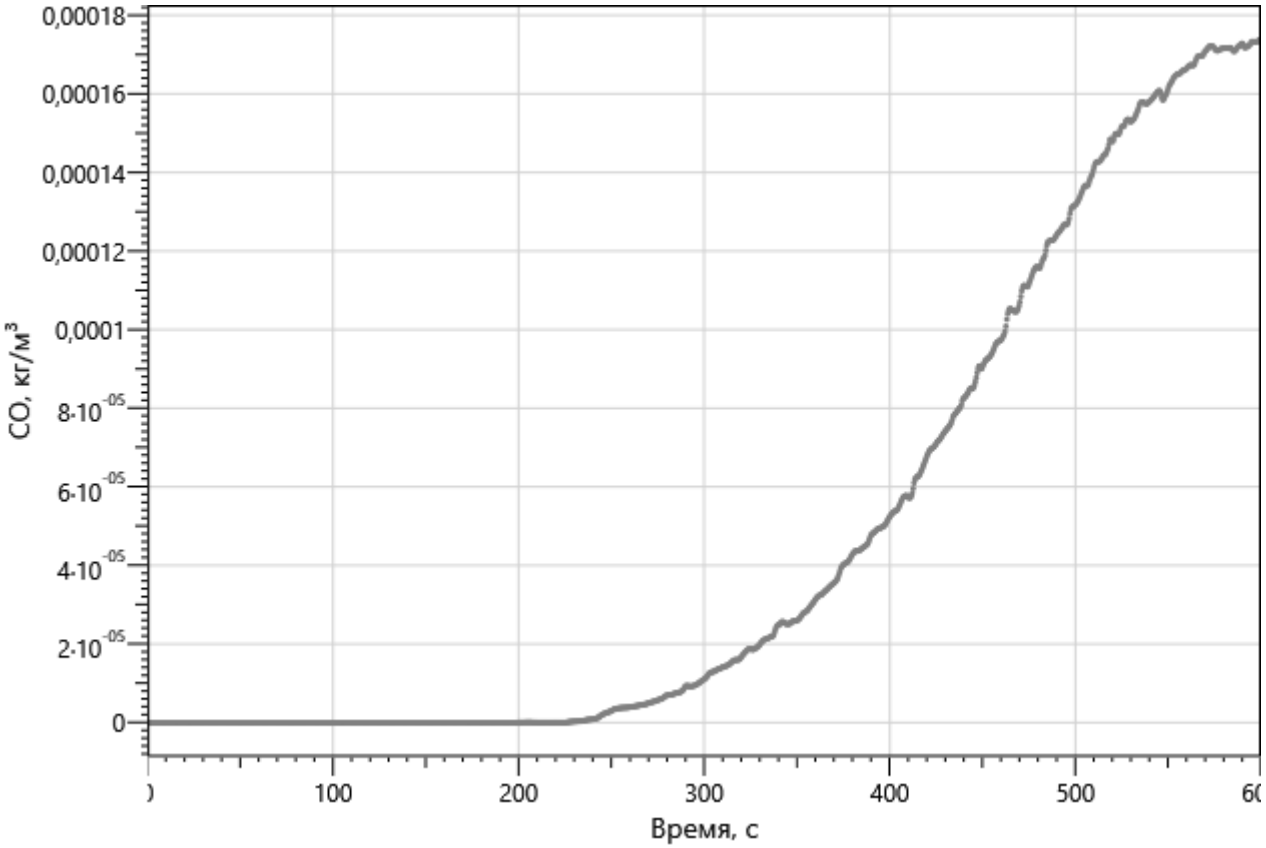


Рисунок 106 - Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

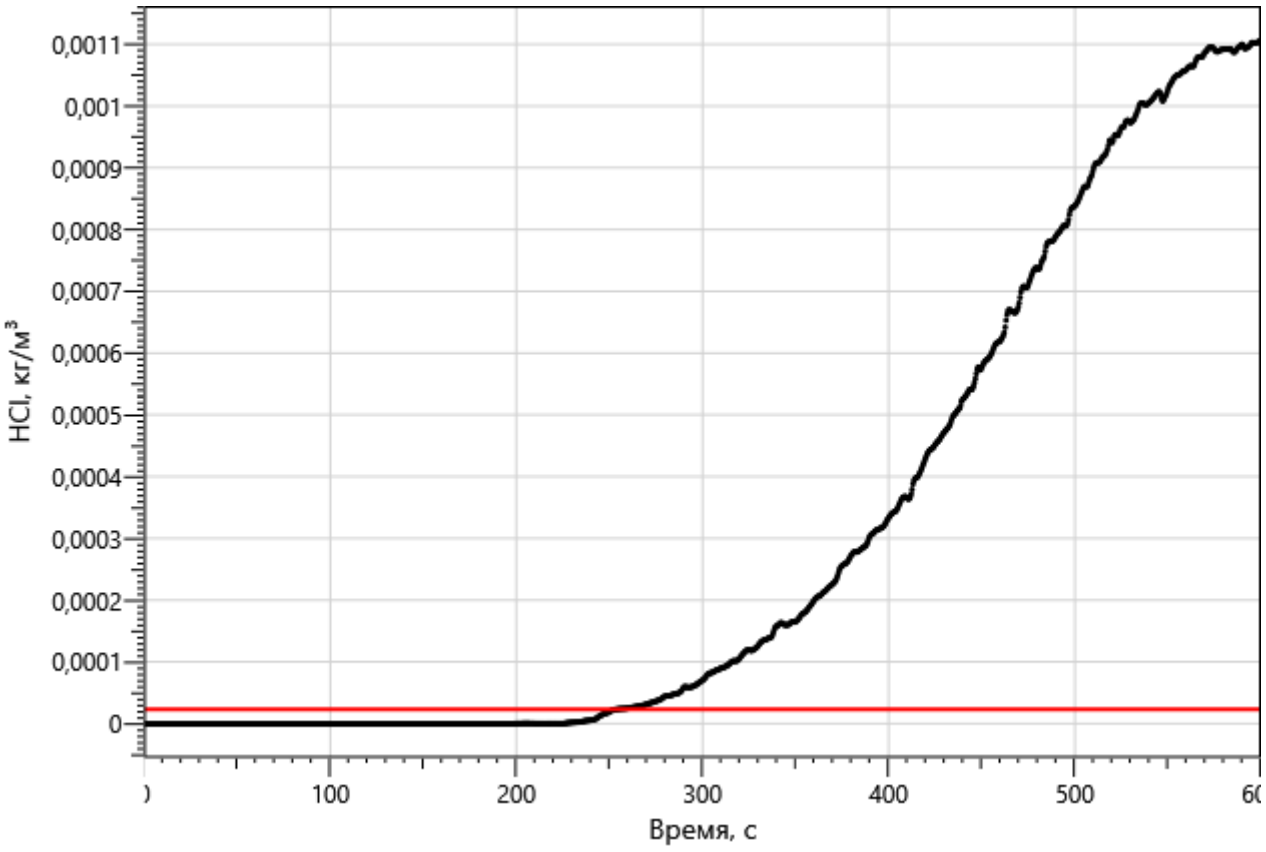


Рисунок 107 - Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

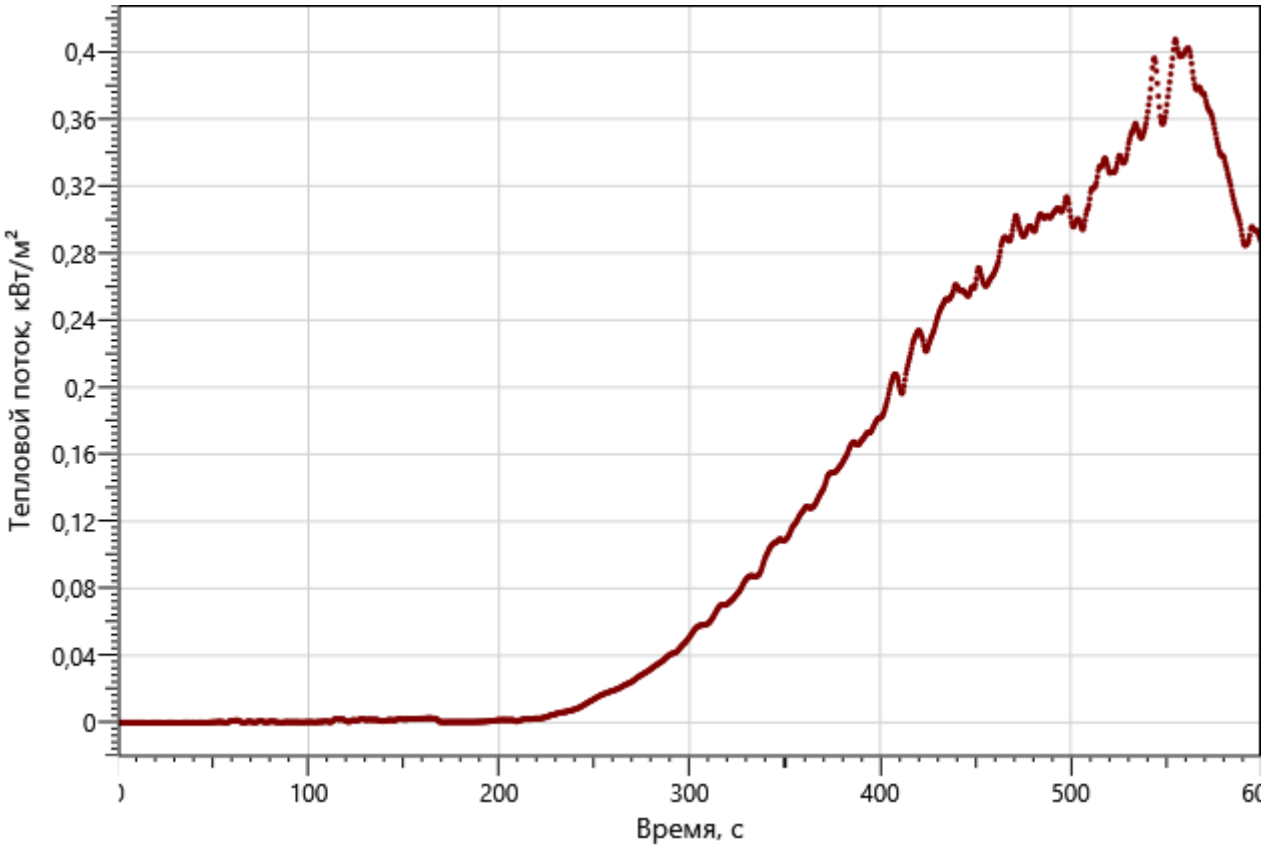


Рисунок 108 - Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

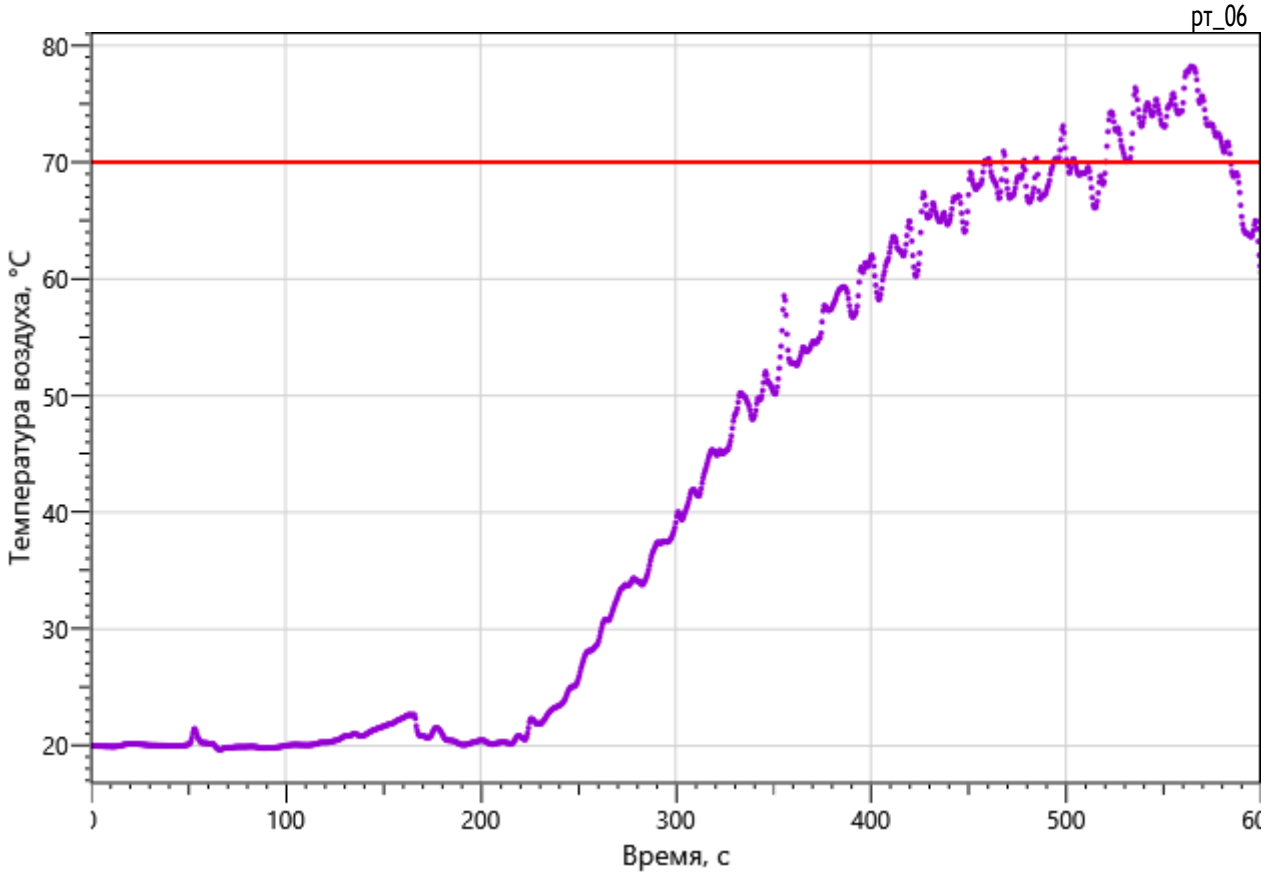


Рисунок 109 - Зависимость температуры от длительности пожара

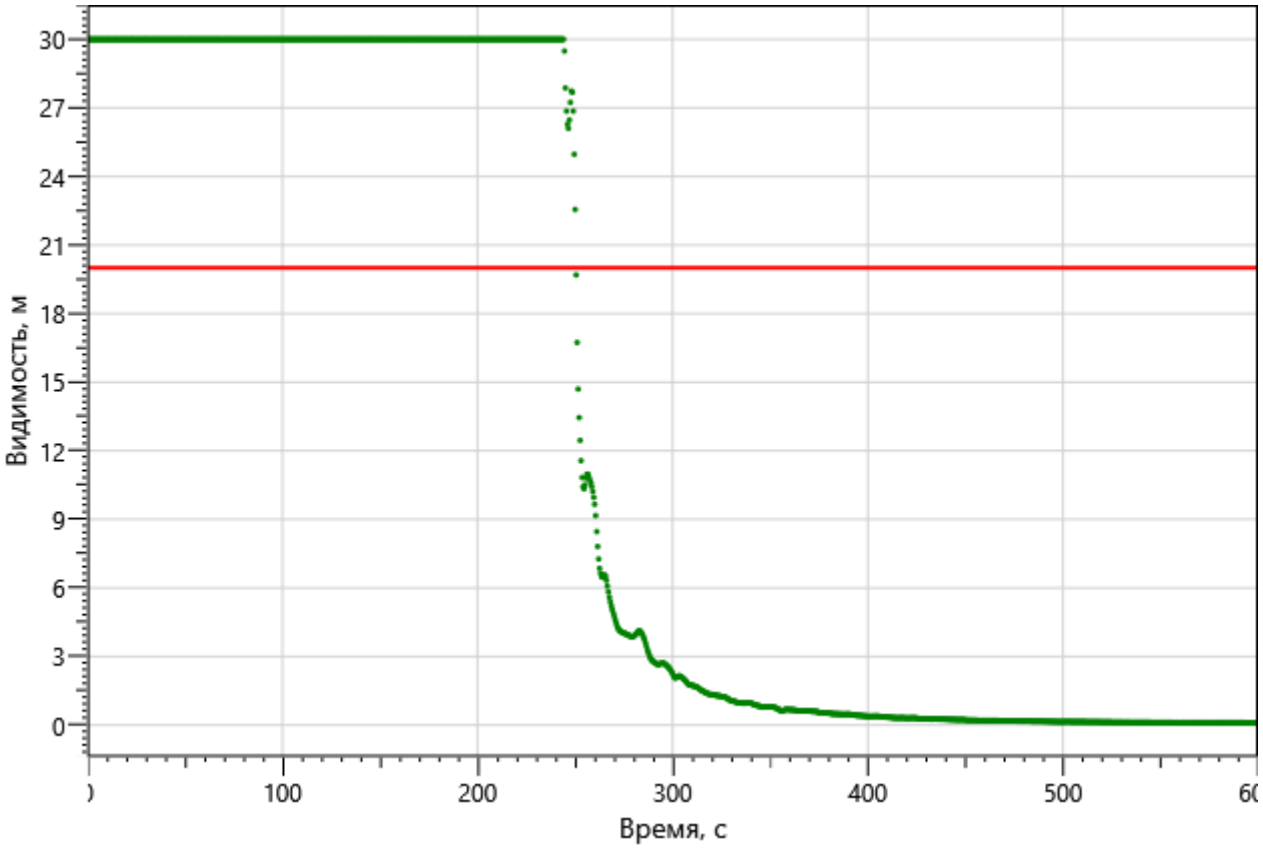


Рисунок 110 - Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

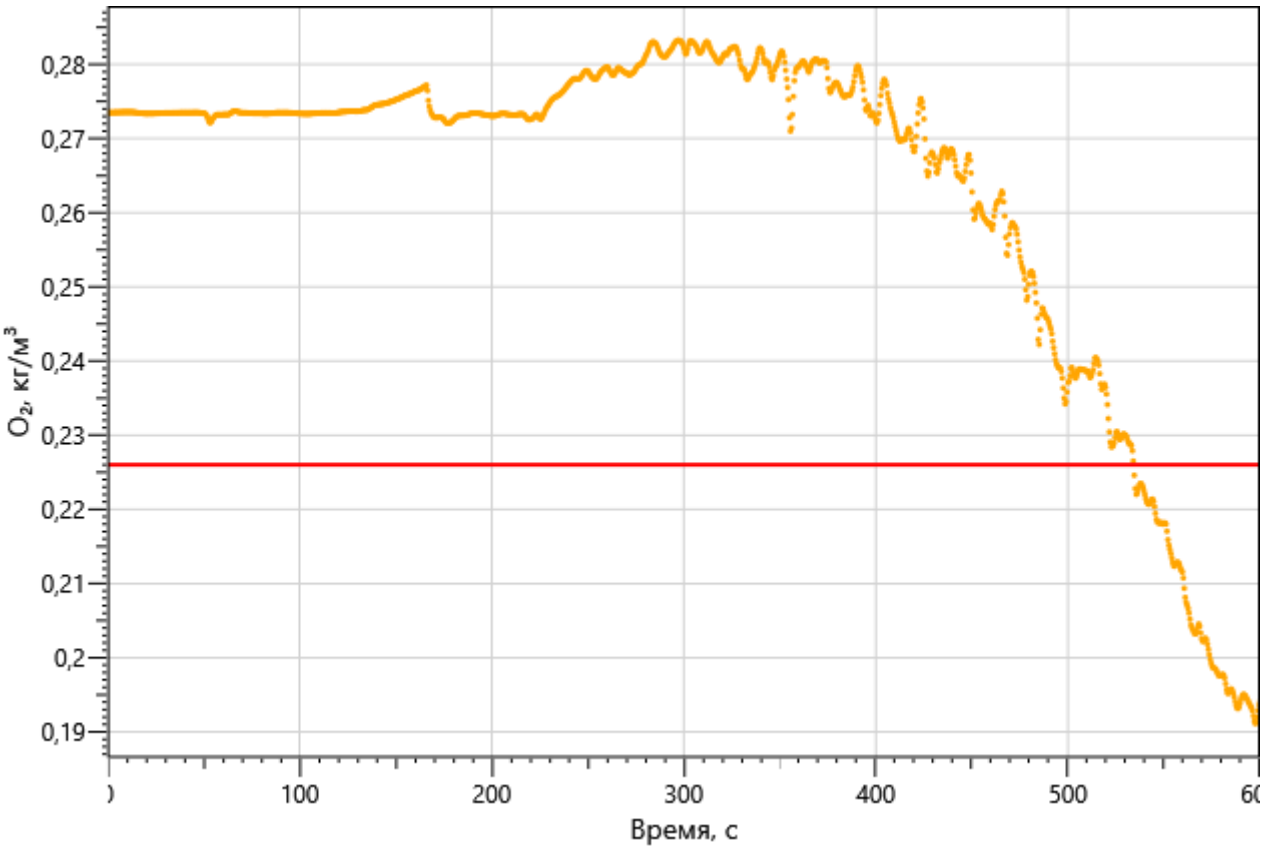


Рисунок 111 - Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

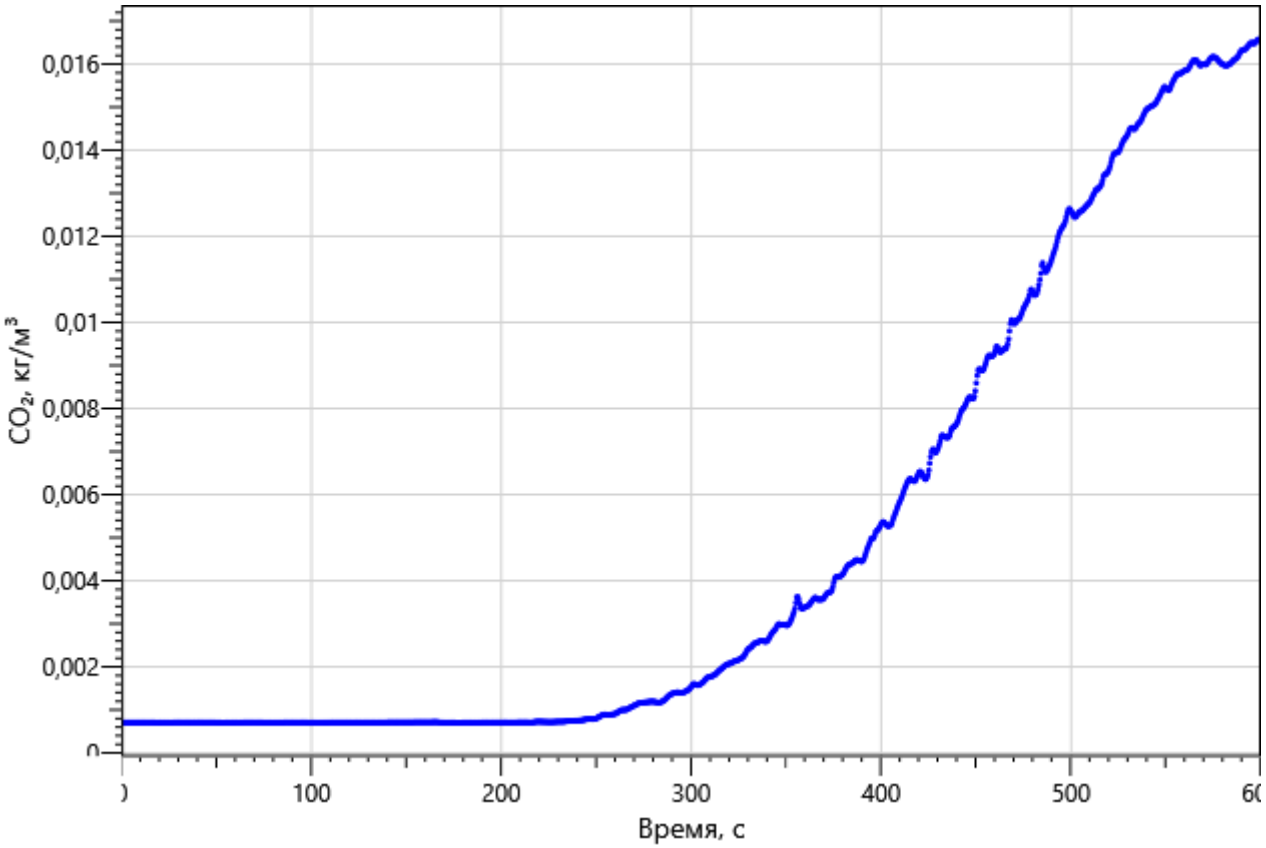


Рисунок 112 - Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

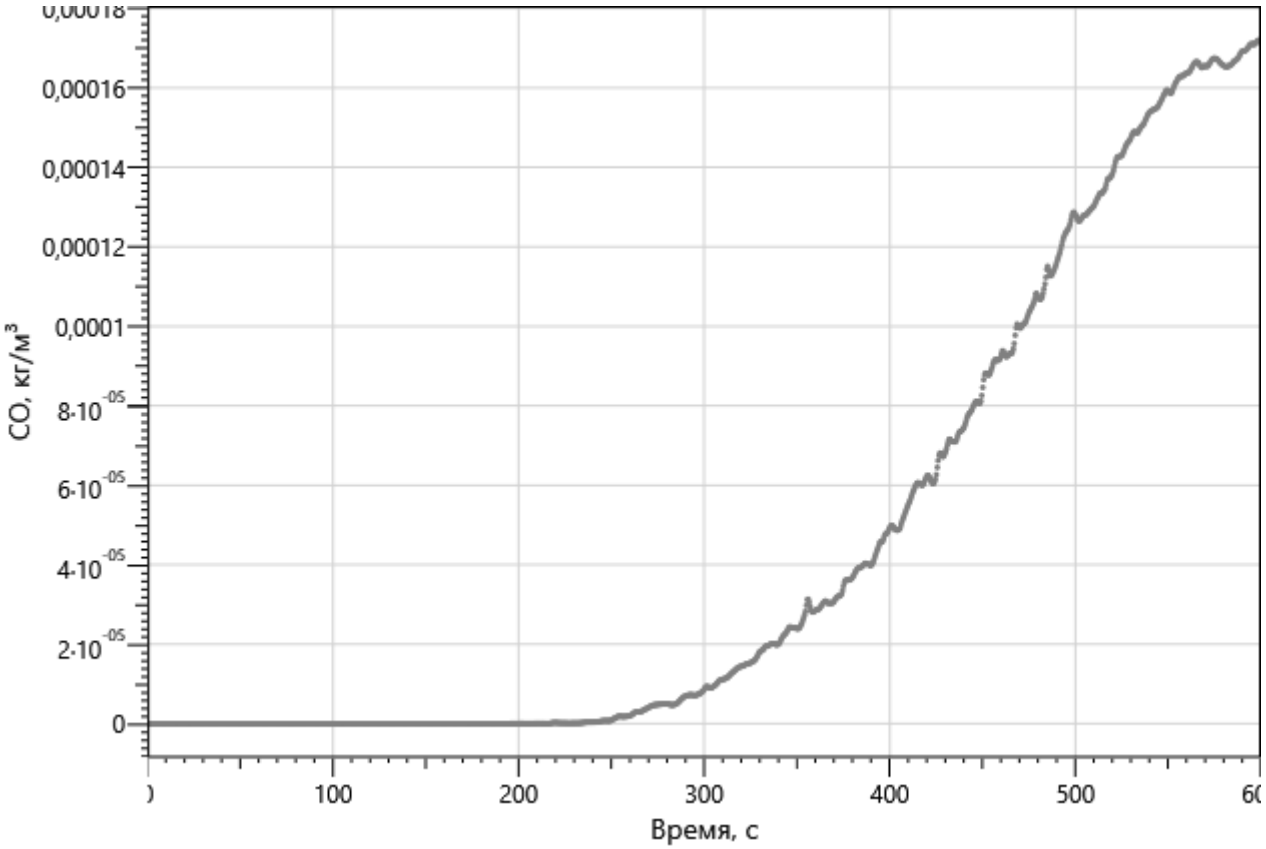


Рисунок 113 - Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

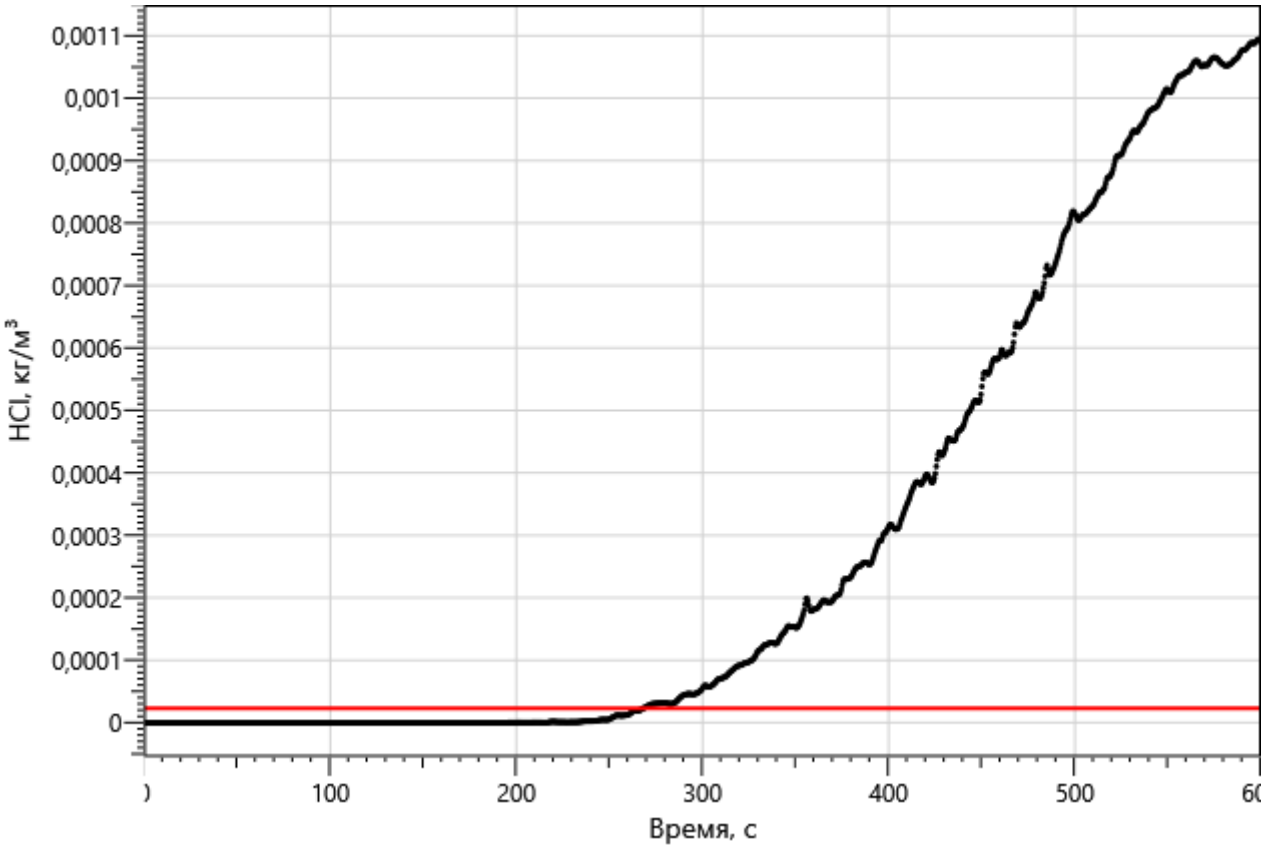


Рисунок 114 - Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

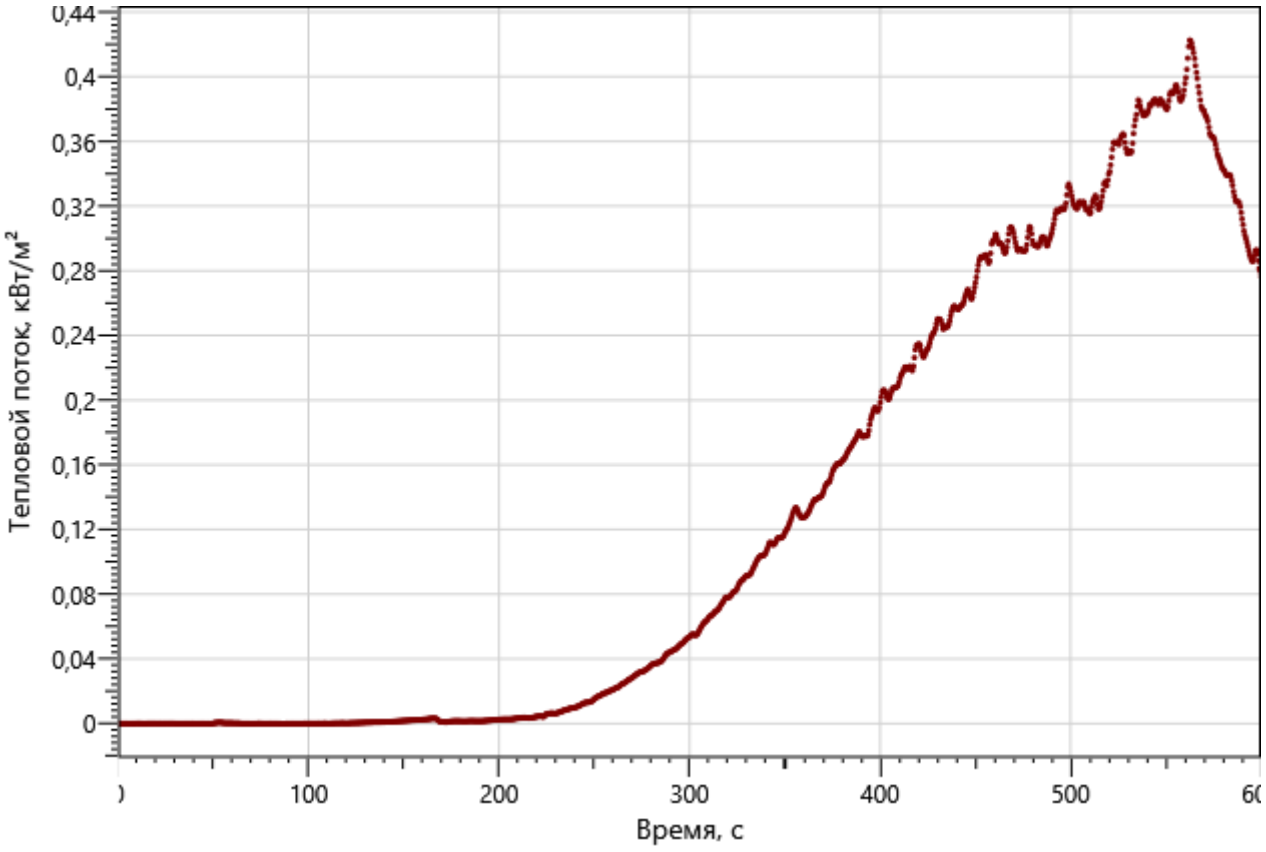


Рисунок 115 - Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

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

Пожар происходит в жилой комнате на 15-м этаже секции 1. ОФП распространяются по помещению и за его пределы, при этом создают угрозу блокирования эвакуационного выхода, ведущего на лестничную клетку и ПБЗ.

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

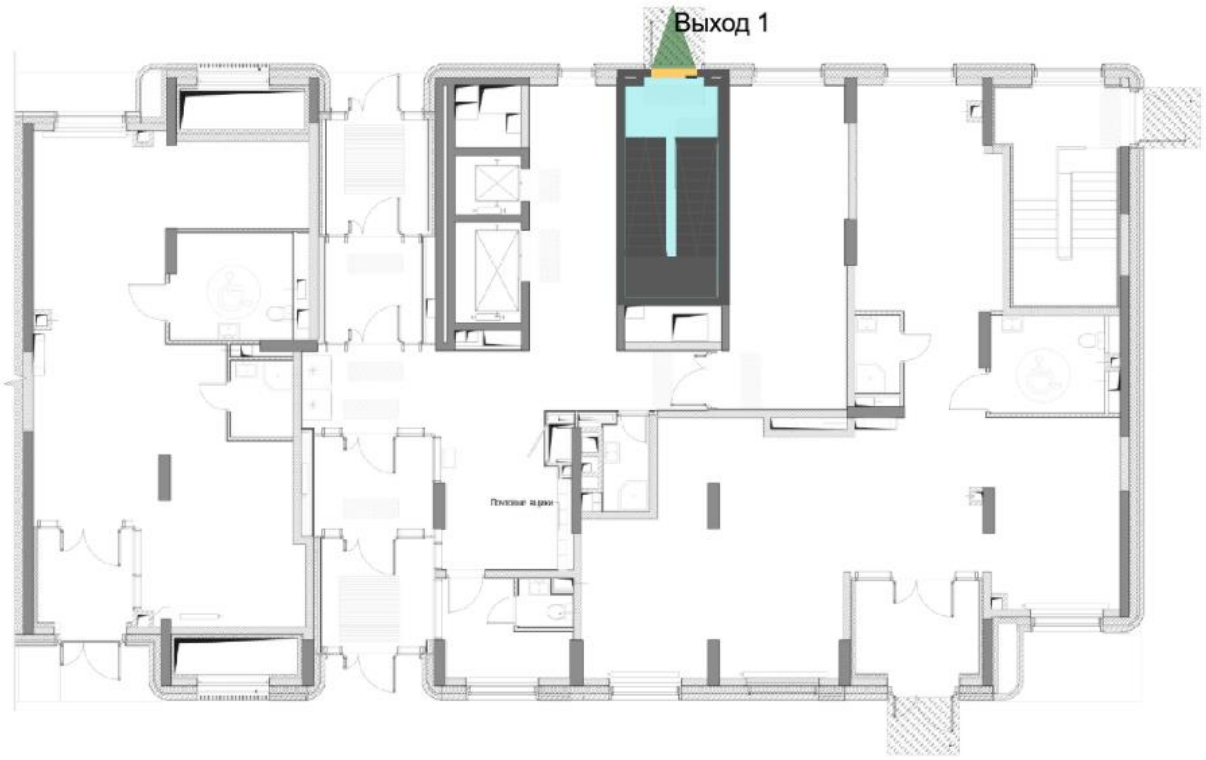


Рисунок 116 – План 1-го этажа и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации



Рисунок 117 – План типового 2-11-го этажа и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации



Рисунок 118 - План типового 12-13-го этажа и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации



Рисунок 119 - План типового 14-18-го этажа и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации



Рисунок 120 - План 15-го этажа и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации

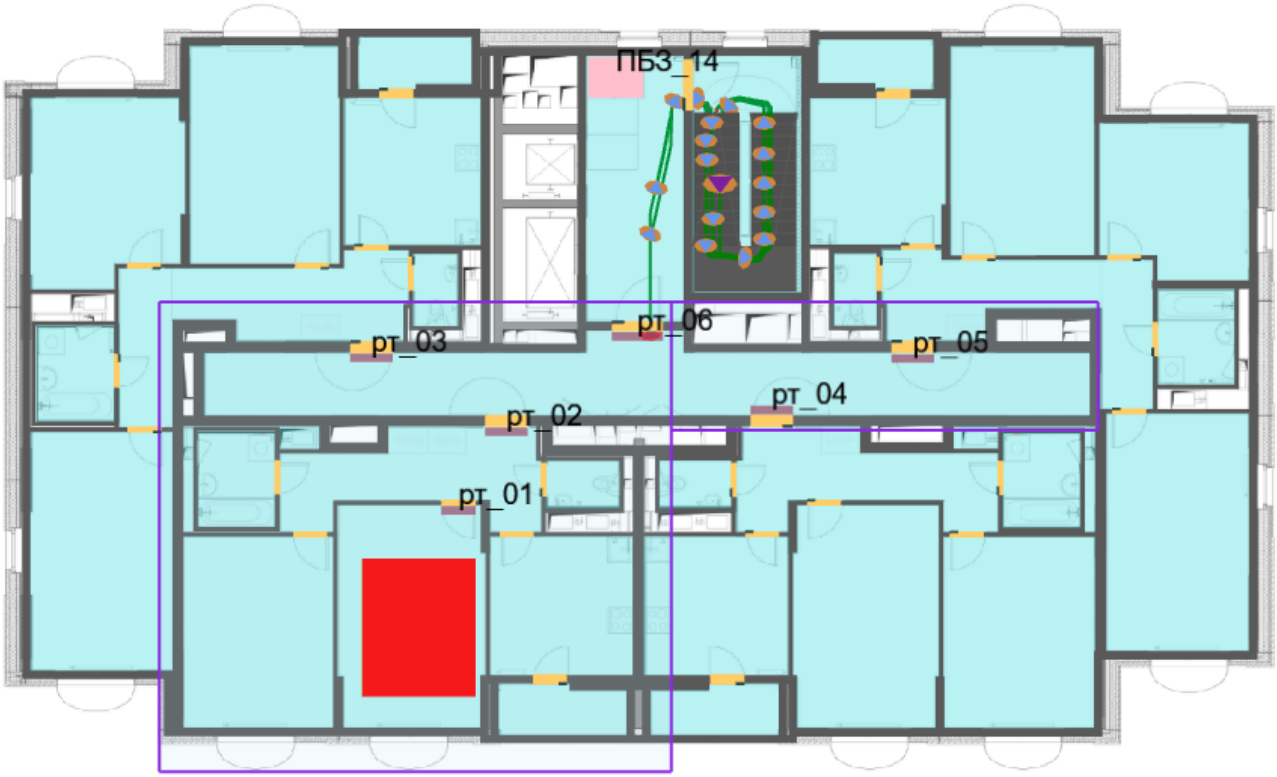


Рисунок 121 - План 15-го этажа и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации (расположение людей на момент полной эвакуации с этажа пожара - 3 мин. 16 сек.)

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:

- $t_{НЭ}$ = 5,6 с – для помещения очага пожара;
- tн.э. = 163,31 с – для всех остальных

Время достижения порогового значения срабатывания ИП: $t_{пор}$ = 83,31 с;

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

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

Время эвакуации: $t_Э = t_{НЭ} + t_Р$ = 698,4 с;

Время существования скоплений: $t_{СК}$ = 6,2 с;

Общее количество людей: 374;

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

– на 2-18 этаже: 19 человек контингента М0-7 (зимняя одежда), 1 человек контингента М4 (зимняя одежда), 1 человек контингента М3 (зимняя одежда), 1 человек контингента М2 (зимняя одежда);

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

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	198,0	698,4	357
Этаж 2-18				
	ПБЗ_01-ПБЗ_05	198,0	198,8	5
	ПБЗ_06-ПБЗ_013	197,8	197,8	8
	ПБЗ_14	195,6	195,6	1
	ПБЗ_15-ПБЗ_18	197,8	197,8	3

Время эвакуации через регистраторы представлено в таблице ниже.

Таблица 23

Расположение	Наименование	Время первого, с	Время последнего, с	Количество людей
Этаж 15				
Помещение 445	рт_01	8,0	8,0	1
Помещение 444	рт_02	7,0	15,6	5
Помещение 433	рт_03	166,4	175,2	6
	рт_04	167,2	175,2	5
	рт_05	168,0	183,8	6
	рт_06	12,4	196,2	22

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

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 15						
Помещение 445	рт_01	42,6	34,0	5,6	8,0	0,999
Помещение 444	рт_02	157,5	126,0	5,6	15,6	0,999

Помещение 433	рт_03	226,5	181,2	163,3	175,2	0,999
	рт_04	247,0	197,6	163,3	175,2	0,999
	рт_05	241,0	192,8	163,3	183,8	0,999
	рт_06	250,5	200,4	5,6	196,2	0,999

Результаты проведенных расчетов показывают, что максимальное расчетное время эвакуации с этажа пожара составит 3,27 мин. Время выхода из здания составляет 11,64 мин (Выход 1).

Максимальное время движения при плотности потока D больше 0,5 $м^2/м^2$ составляет 0,10 мин

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

Таблица 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	0,13	0,56	0,999	**Безопасно**
рт_02	0,09	0,26	2,10	0,999	**Безопасно**
рт_03	2,72	2,92	3,02	0,999	**Безопасно**
рт_04	2,72	2,92	3,29	0,999	**Безопасно**
рт_05	2,72	3,06	3,21	0,999	**Безопасно**
рт_06	0,09	3,27	3,34	0,999	**Безопасно**

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

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

5.2.4. Определение величины индивидуального пожарного риска (сценарий №2)

Частота возникновения пожаров в здании $2{,}60 \cdot 10^{-2}$.

Вероятность эффективного срабатывания систем противопожарной защиты:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

и равна $P_{э,i,j}$ = 0,999.

Расчетная величина индивидуального пожарного риска R_i рассчитывается по формуле:

$$R_{,i}=Qn,l \cdot(1-K_{ап,i})\cdot P_{пр,l}\cdot(1-P_{э,i})\cdot(1-K_{п.з,i})$$ и равна

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

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

Таблица 26

№ сценария пожара	Группа эвакуируемого контингента	Вероятность присутствия и спасения людей	Вероятность возникновения пожара	Вероятность эвакуации	Коэффициент соответствия системы противопожарной защиты, $K_{пз,i}$	Расчетная величина пожарного риска для группы эвакуируемого контингента	Расчетная величина пожарного риска
2 (Секция 1)	М0-7 (зимняя одежда)	$P_{пр,i}$ = 1	$2,60\cdot10^{-2}$	0,999	0,8704	$0,33\cdot10^{-6}$	$0,33\cdot10^{-6}$
	Пожилые немощные люди	$P_{пр,i}$ = 1	$2,60\cdot10^{-2}$	0,999	0,8704	$0,33\cdot10^{-6}$	
	Люди с поражением ОДА (1 опора)	$P_{пр,i}$ = 1	$2,60\cdot10^{-2}$	0,999	0,8704	$0,33\cdot10^{-6}$	
	Инвалиды на креслах-колясках	$P_{пр,i}$ = 1	$2,60\cdot10^{-2}$	0,999	0,8704	$0,33\cdot10^{-6}$	

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

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

Вывод: так как расчетная величина индивидуального пожарного риска для людей, находящихся в жилых помещениях, $R = 0,33\cdot10^{-6}$ менее нормативного значения индивидуального пожарного риска ($R_{норм}=10^{-6}$), то расчетная величина индивидуального пожарного риска при возможном пожаре соответствует требуемому значению.

5.3. Сценарий №3 (Секция 3)

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

Пожар происходит в жилой квартире на 3-м этаже секции 3. ОФП распространяются по помещению и за его пределы, при этом создают угрозу блокирования эвакуационного выхода, ведущего на лестничную клетку и ПБ3.

Дверь помещения очага пожара, а также двери на путях эвакуации принимались открытыми. Двери в смежные помещения принимались закрытыми. Размер ячейки области расчета, используемой в сценарии равен 0,25м. Высота этажа пожара (от пола до потолка) и помещения очага пожара равна 2,72 м.

При моделировании пожара была учтена работа противодымной вентиляции: система дымоудаления (ДВ1.3.1 = 15656 м^3/ч), система приточной противодымной вентиляции (ДП1.3.1 = 8500 м3/ч).

Время срабатывания систем ПДВ с момента срабатывания СПС:

- противодымная вентиляция – 60 секунд;
- приточная вентиляция – 80 секунд.

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:

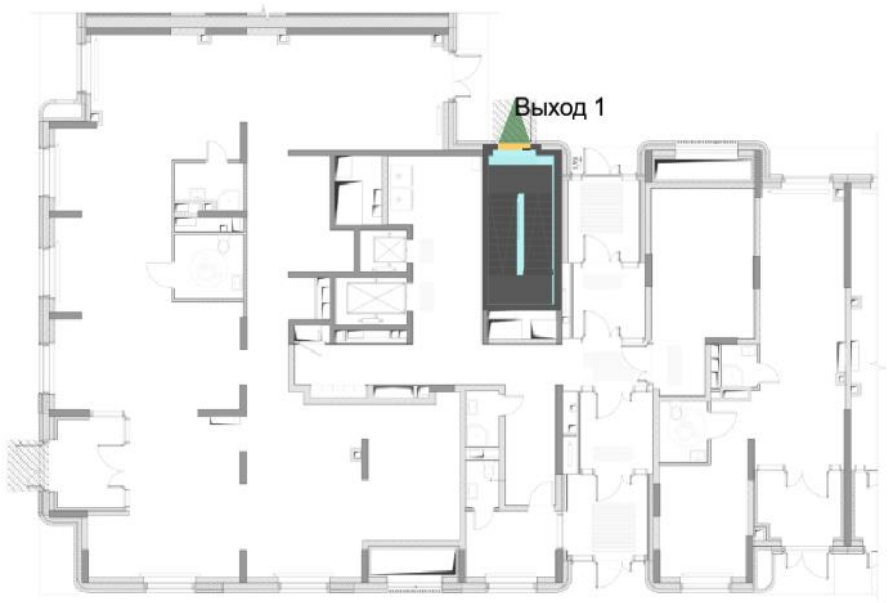


Рисунок 122 – Компьютерная модель 1-го этажа



Рисунок 123 - Компьютерная модель типового 2-3-го этажа



Рисунок 124 - Компьютерная модель типового 4-10-го этажа

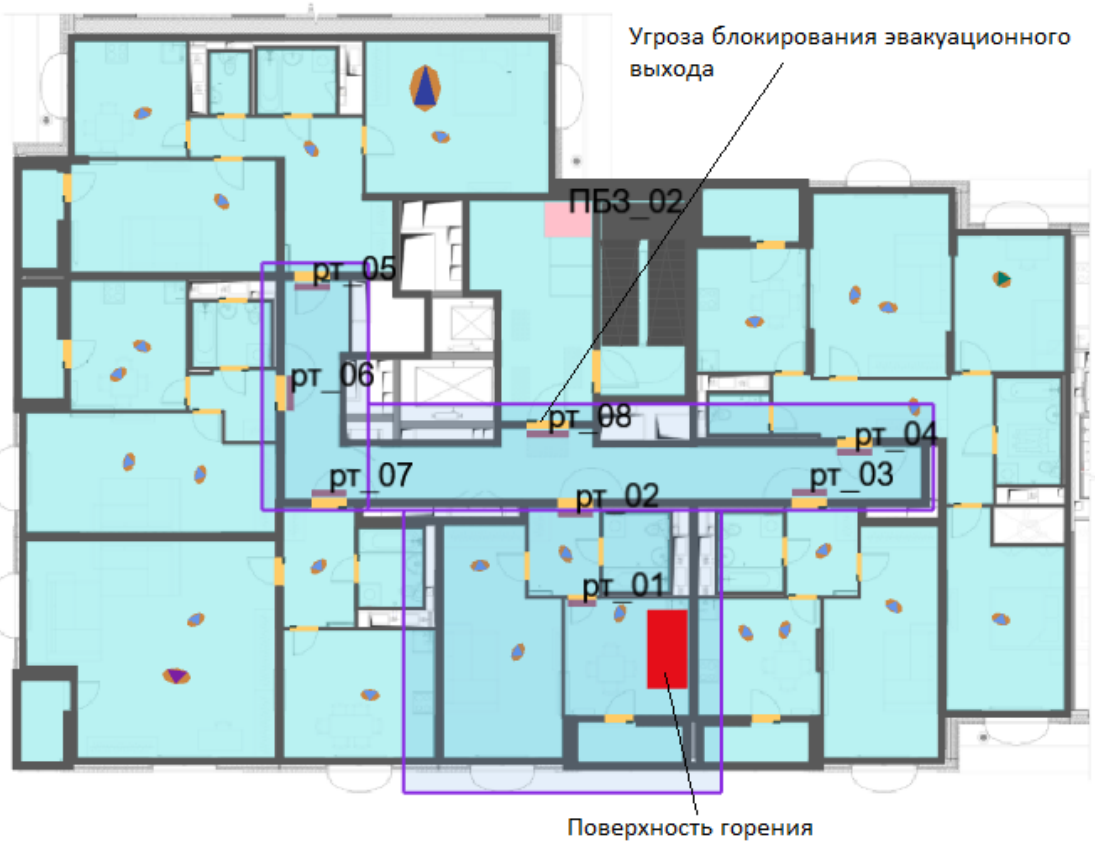


Рисунок 125 - Компьютерная модель 3-го этажа с поверхностью горения и нанесенными расчетными точками



Рисунок 126 - Компьютерная 3D модель 3-го этажа с предполагаемой поверхностью горения и нанесенными расчётными точками (плотность дыма на момент полной эвакуации людей с этажа пожара - 2 мин.45 сек.)



Рисунок 127 - Компьютерная 3D модель 3-го этажа с предполагаемой поверхностью горения и нанесенными расчётными точками (плотность дыма на момент наступления ОФП до рт_08 - 3 мин.30 сек.)

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

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

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

Исходя из максимального времени эвакуации с этажа пожара 2,75 мин, принимаем время свободного горения с учетом коэффициента запаса 3,43 мин.

$$R_n = 0{,}0108 \frac{м}{с} \cdot 165{,}0\ сек. \cdot 1{,}25 = 2{,}22\ м$$

$$S = 3{,}14 \cdot 2{,}22^2 = 15{,}47\ м^2$$

Параметры горючей нагрузки (Мебель + бытовые изделия (здание I-II ст. огнест.)), использовавшейся при моделировании представлены в таблице ниже.

Таблица 27

Параметр	Единица измерения	Значение
Низшая теплота сгорания	кДж/кг	13800
Линейная скорость распространения пламени	м/с	0,0108
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 28

Расположение	Наименование	Время блокирования по каждому ОФП, с

		Температура воздуха	Тепловой поток	Видимость	O_2	CO_2	CO	HCl
Этаж 3								
Помещение 61	рт_01	57	84,5	26,1	59,1	>600	>600	33,6
Помещение 60	рт_02	74,6	490,5	48,1	82,5	>600	>600	53,6
Помещение 48	рт_03	>600	>600	214,1	>600	>600	>600	241,1
	рт_04	>600	>600	222,6	596,1	>600	>600	234
	рт_05	>600	>600	242,1	>600	>600	>600	245
	рт_06	>600	>600	231,1	>600	>600	>600	236
	рт_07	>600	>600	228,6	>600	>600	>600	245,5
	рт_08	403,1	>600	210,1	598,5	>600	>600	222,1

Ниже представлены графики изменения опасных факторов пожара для регистраторов:

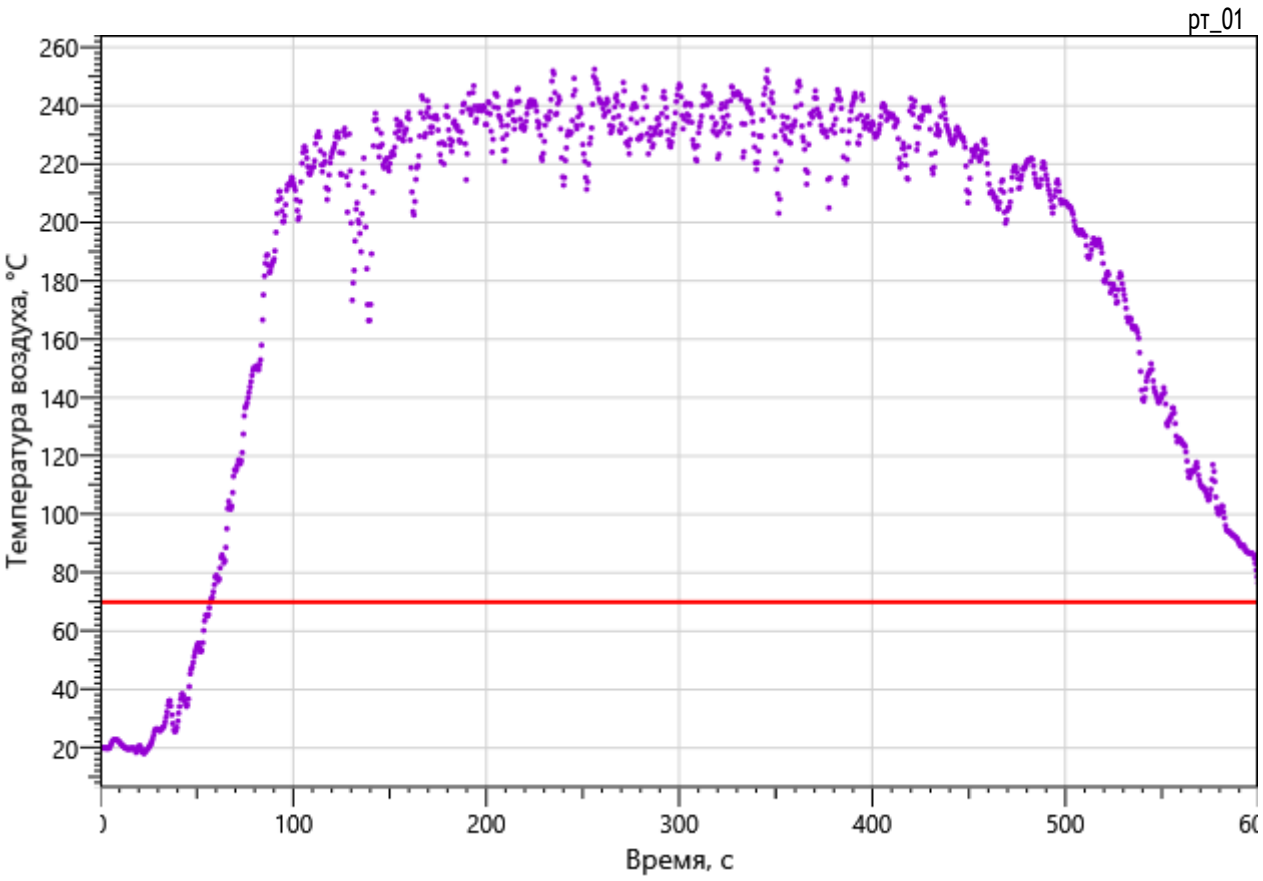


Рисунок 128 - Зависимость температуры от длительности пожара

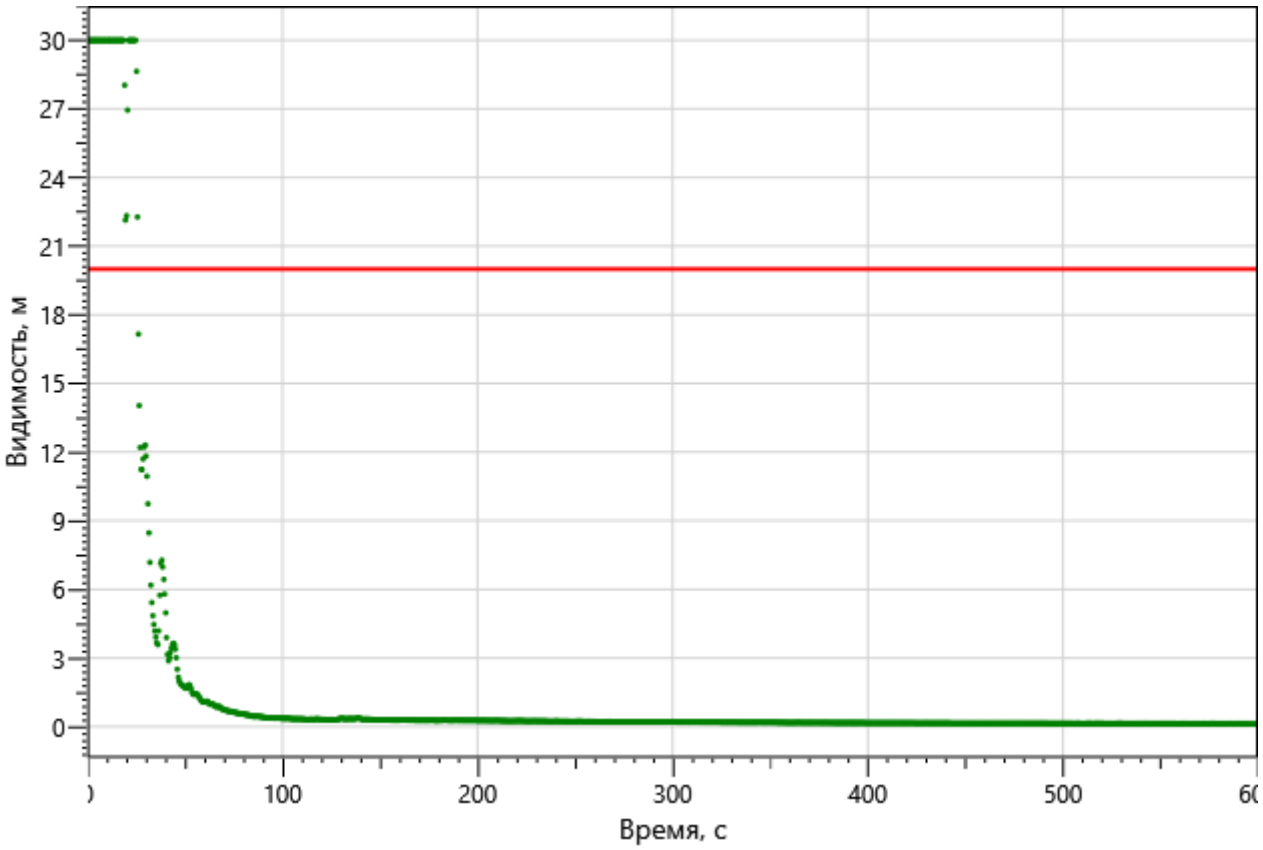


Рисунок 129 - Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

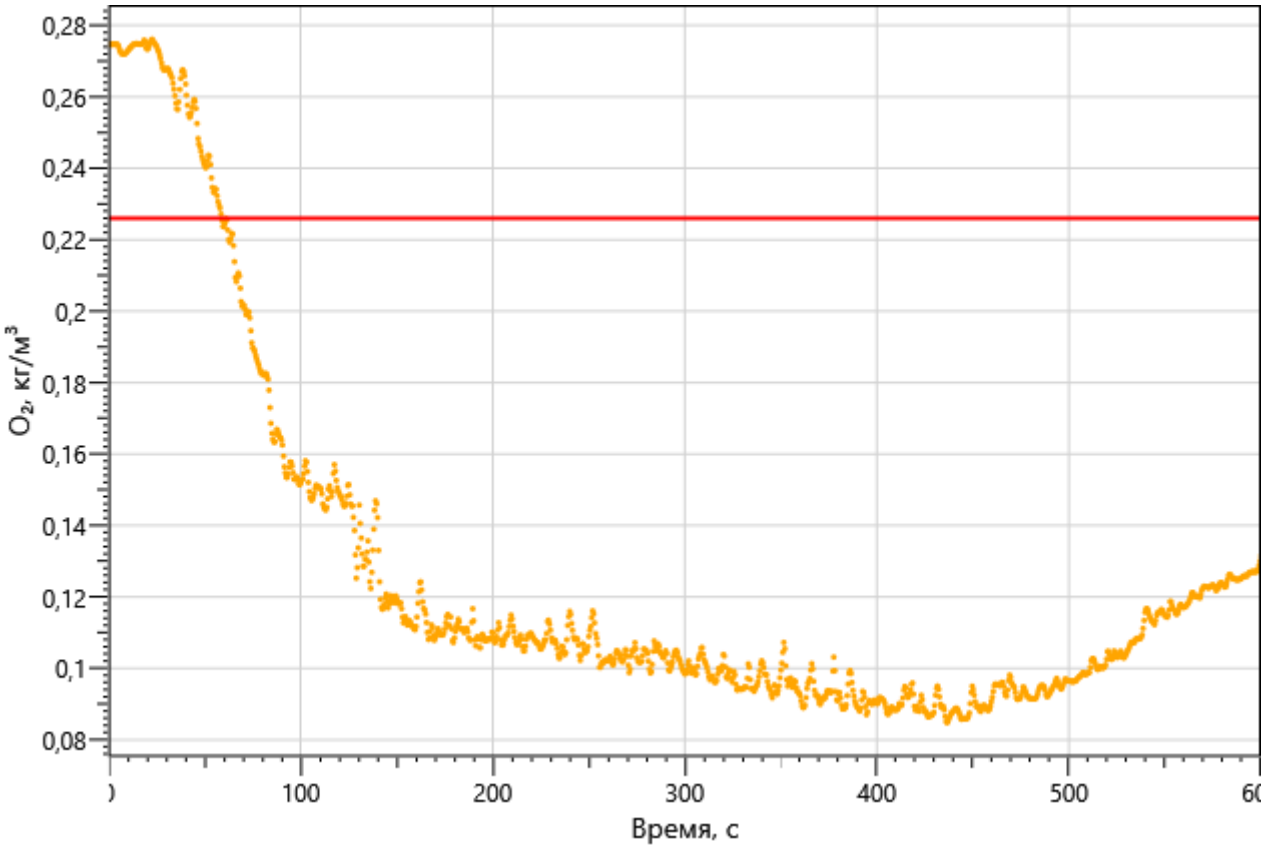


Рисунок 130 - Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

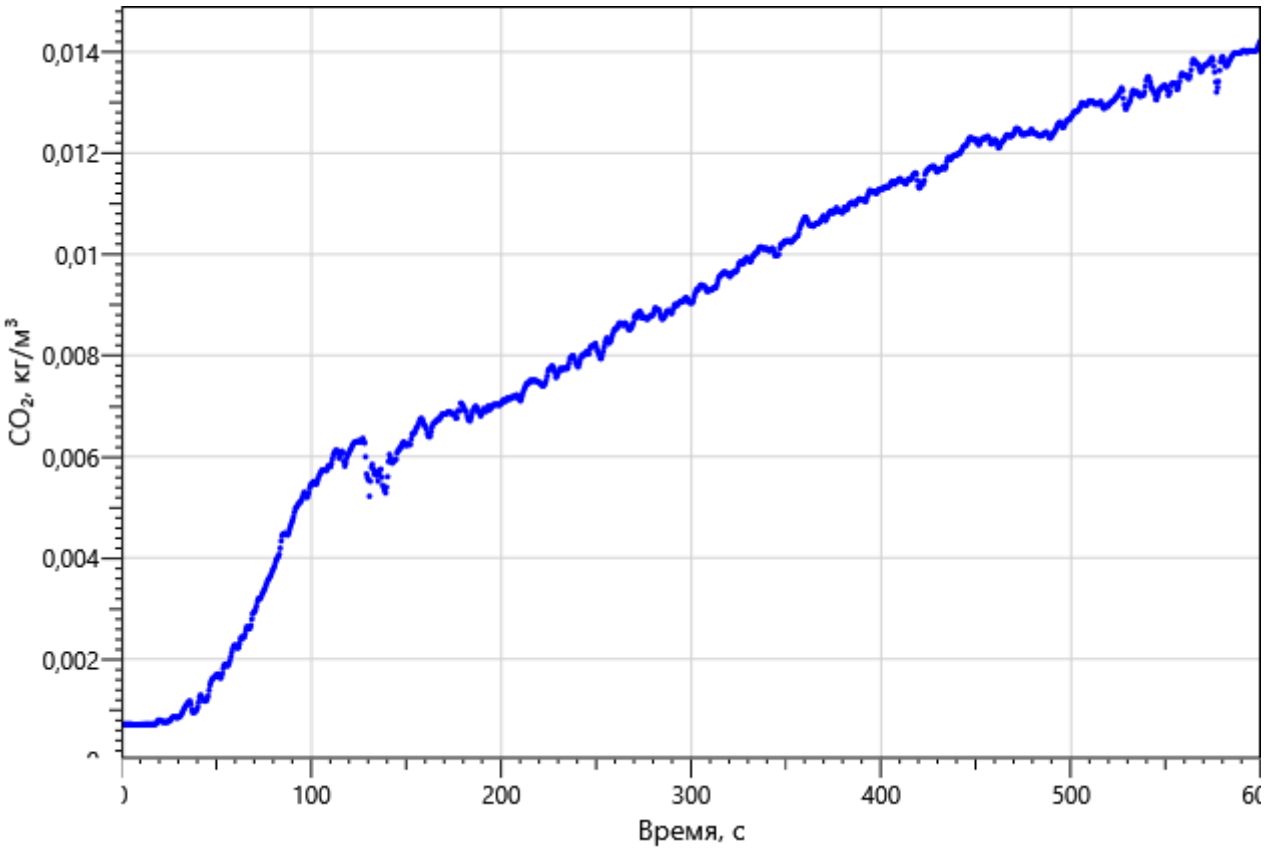


Рисунок 131 - Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

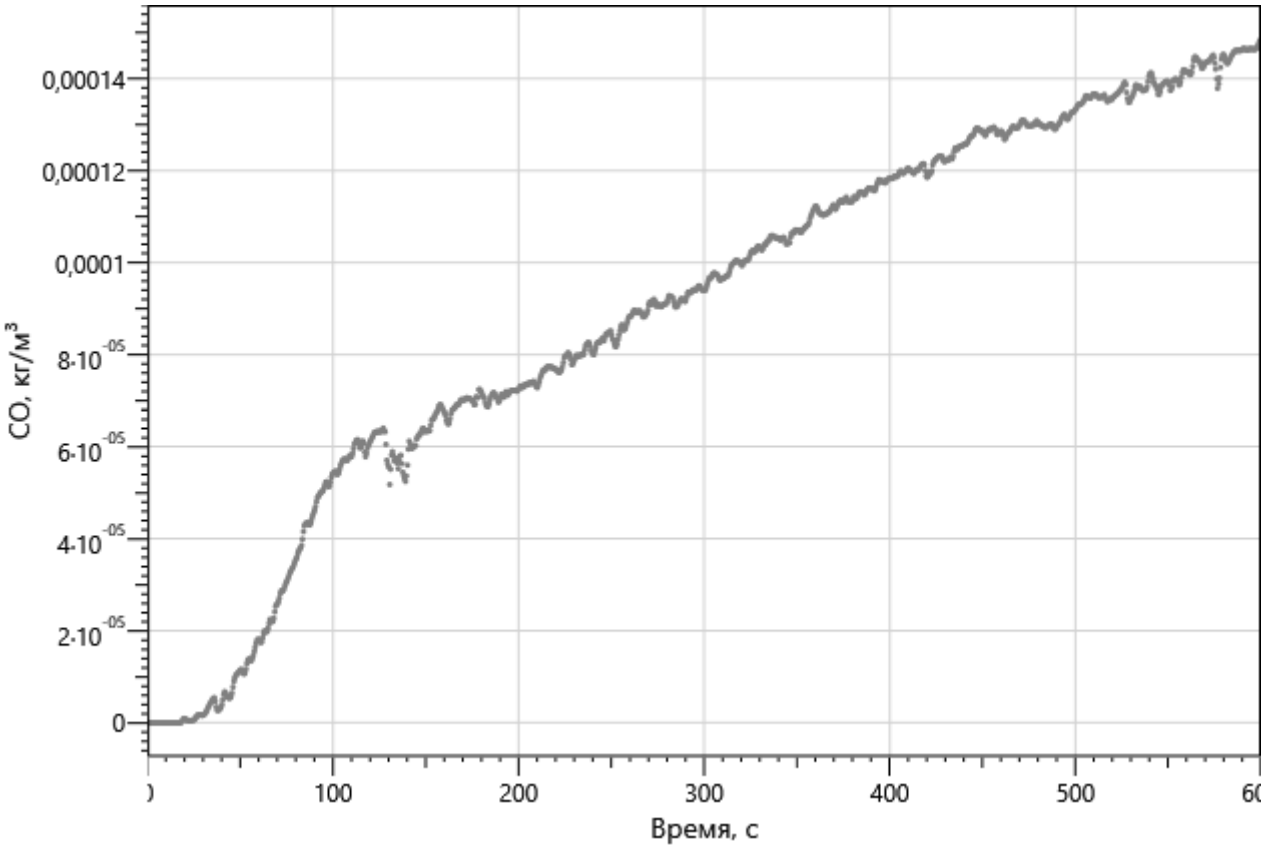


Рисунок 132 - Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

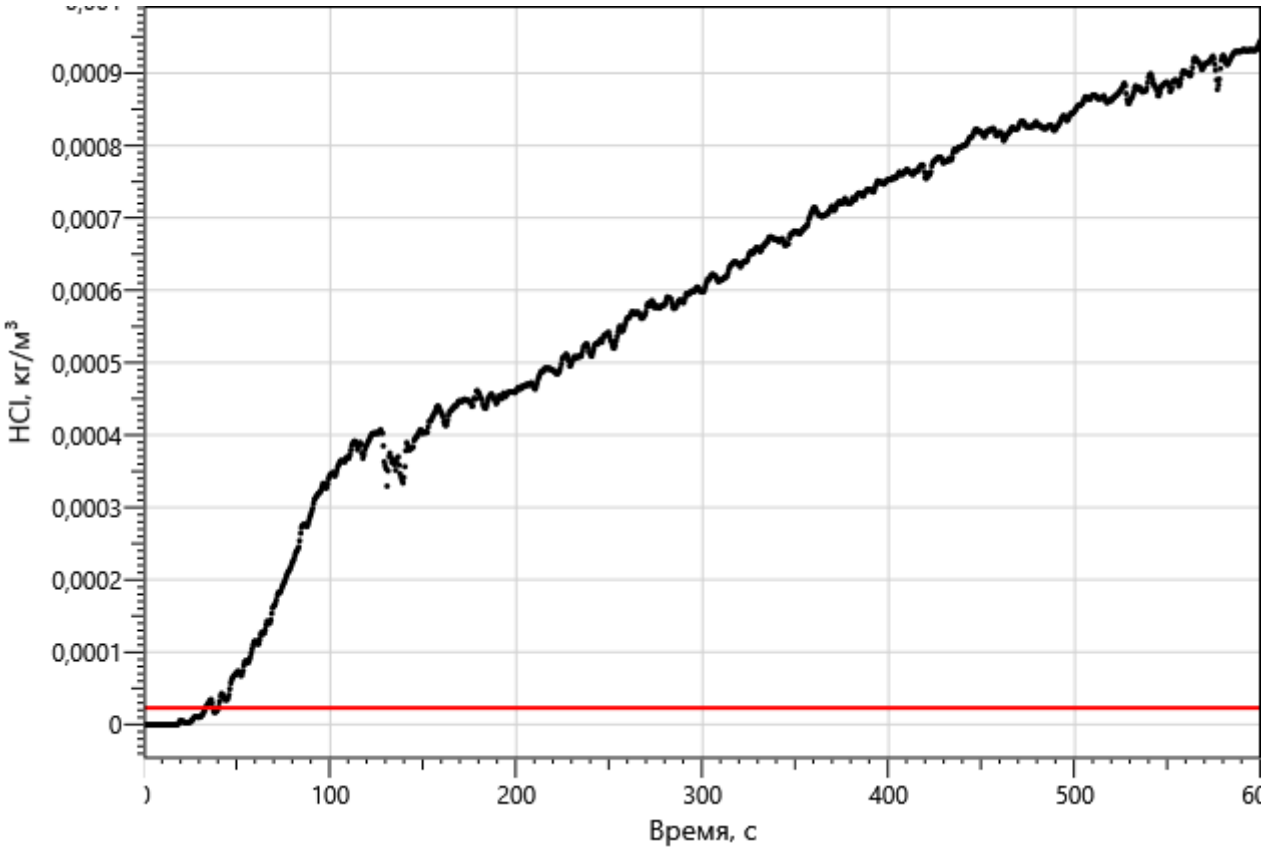


Рисунок 133 - Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

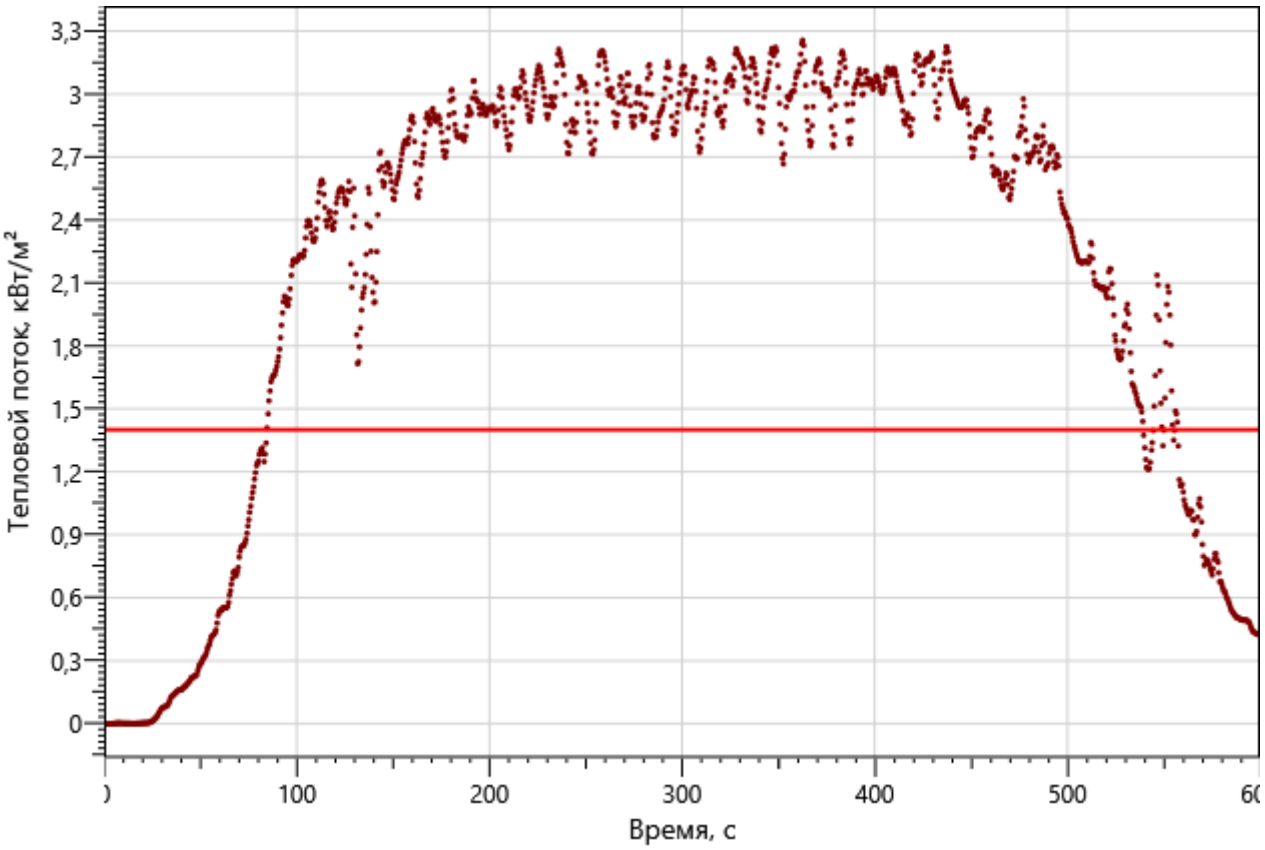


Рисунок 134 - Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

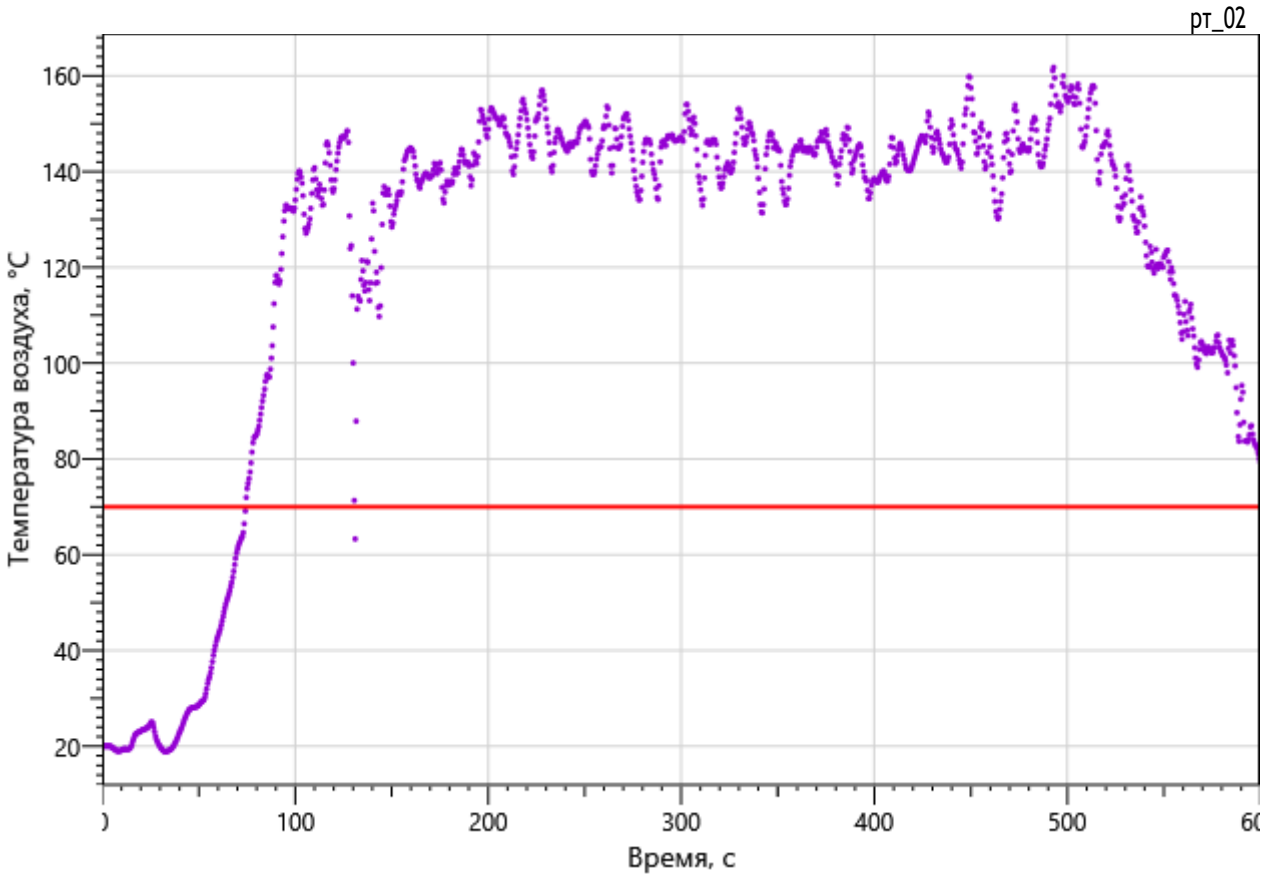


Рисунок 135 - Зависимость температуры от длительности пожара

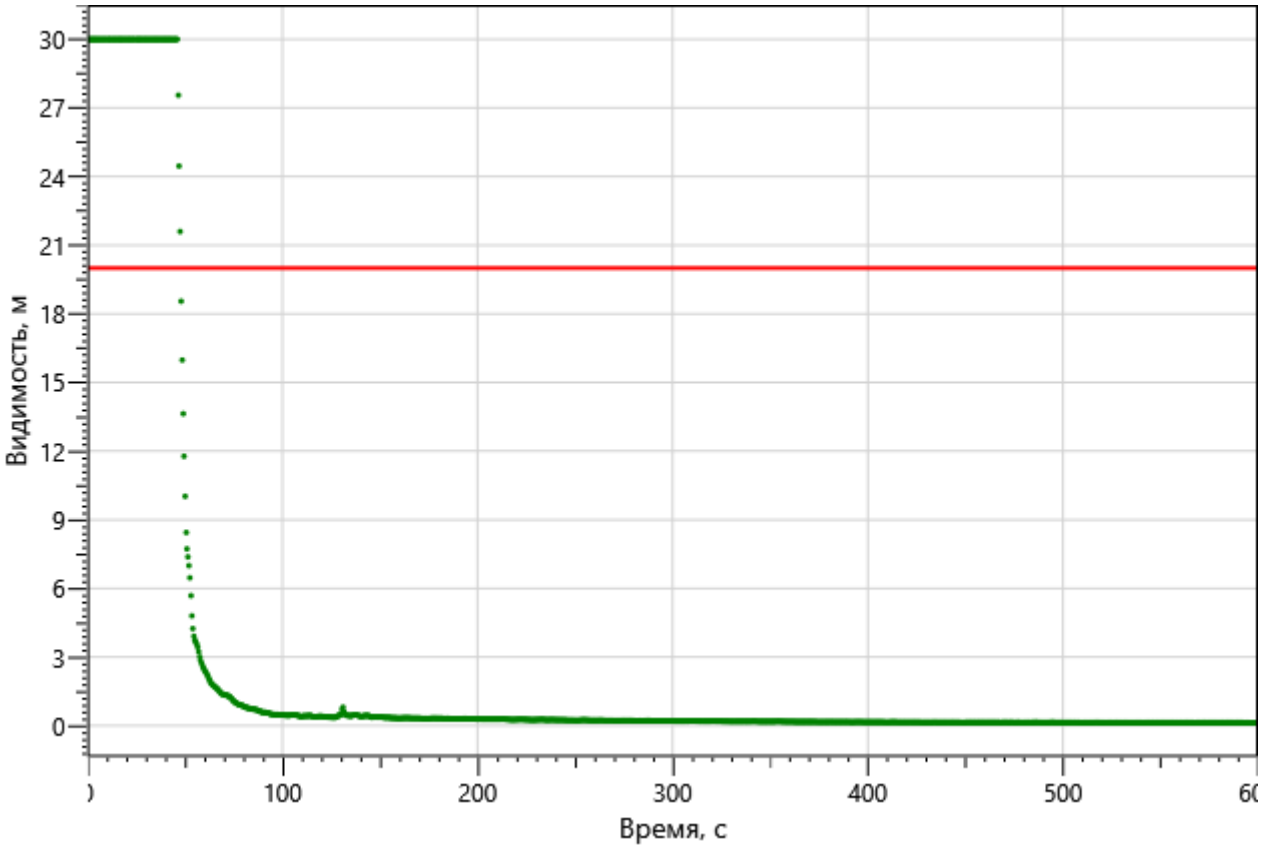


Рисунок 136 - Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

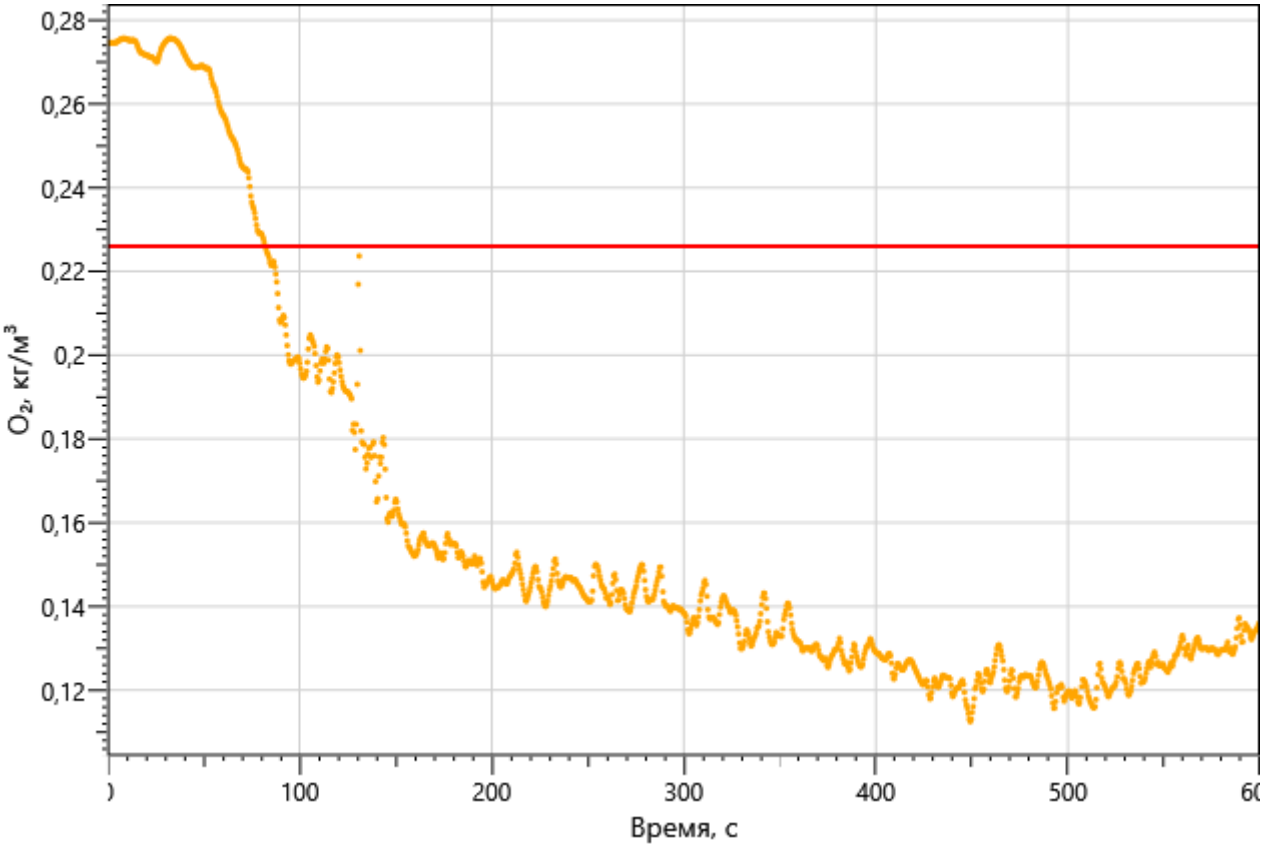


Рисунок 137 - Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

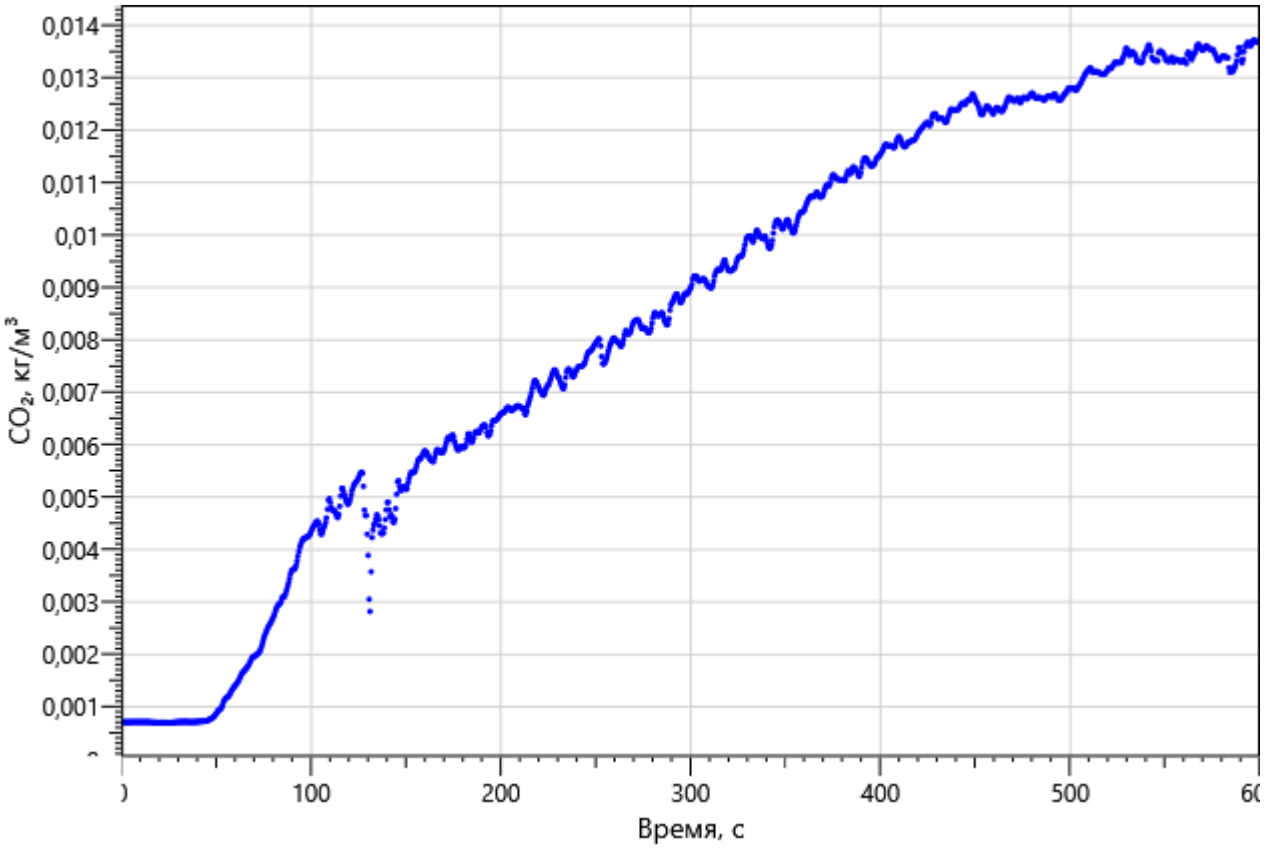


Рисунок 138 - Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

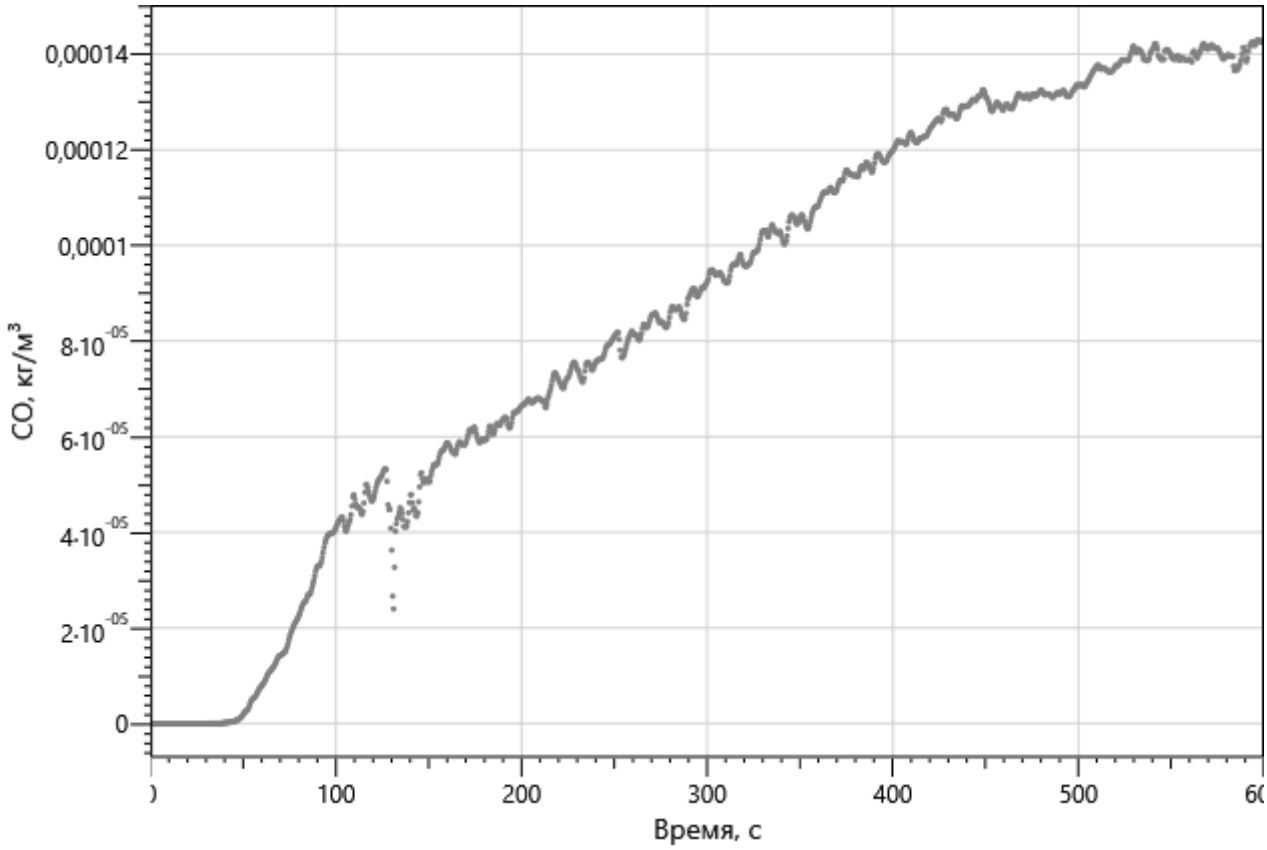


Рисунок 139 - Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

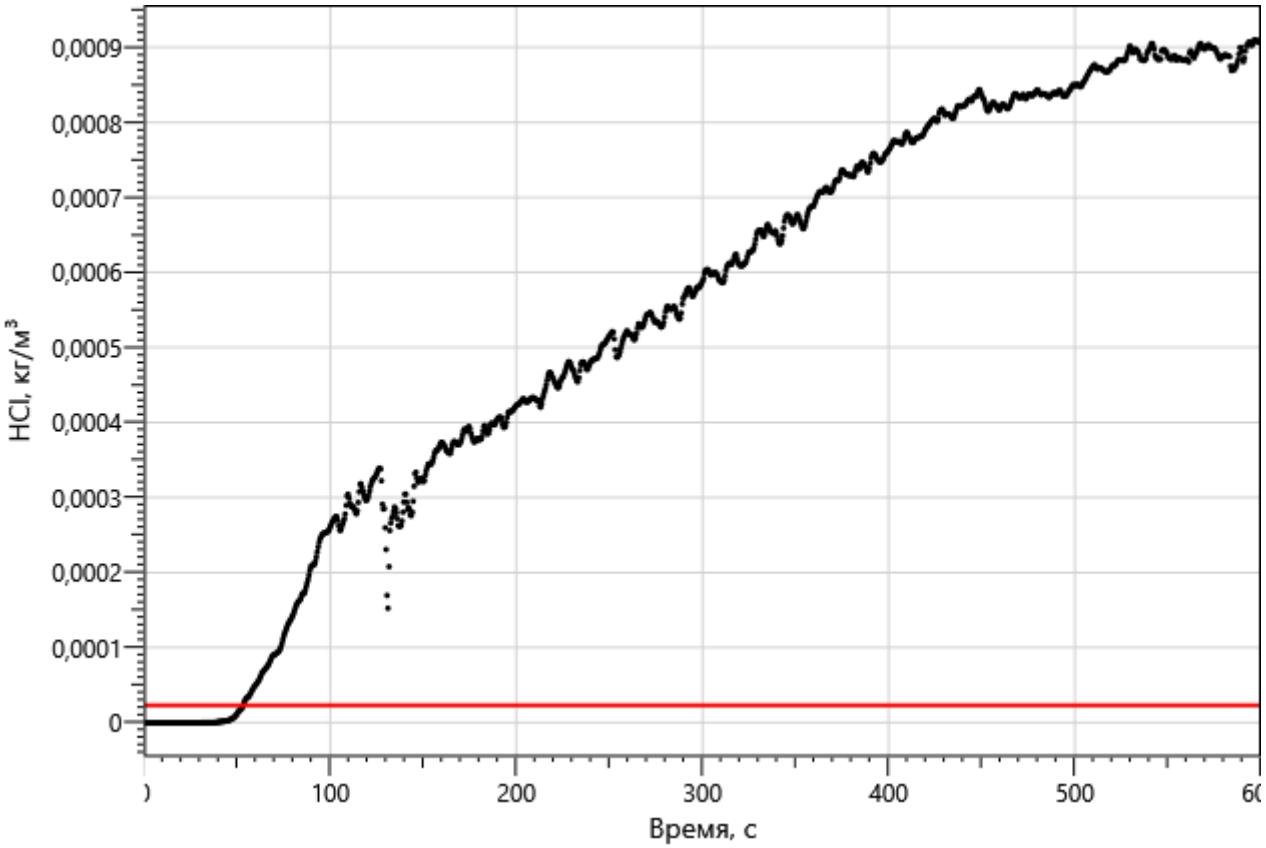


Рисунок 140 - Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

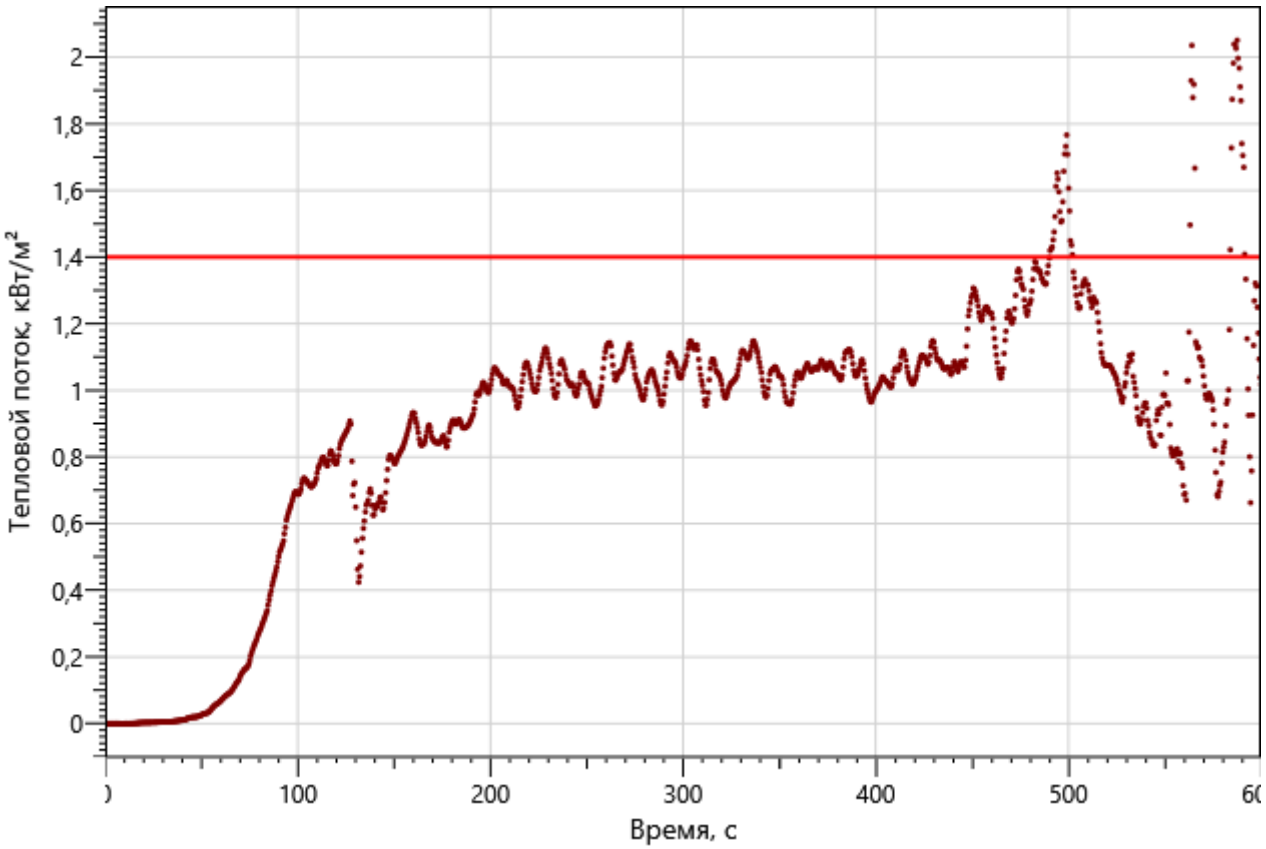


Рисунок 141 - Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

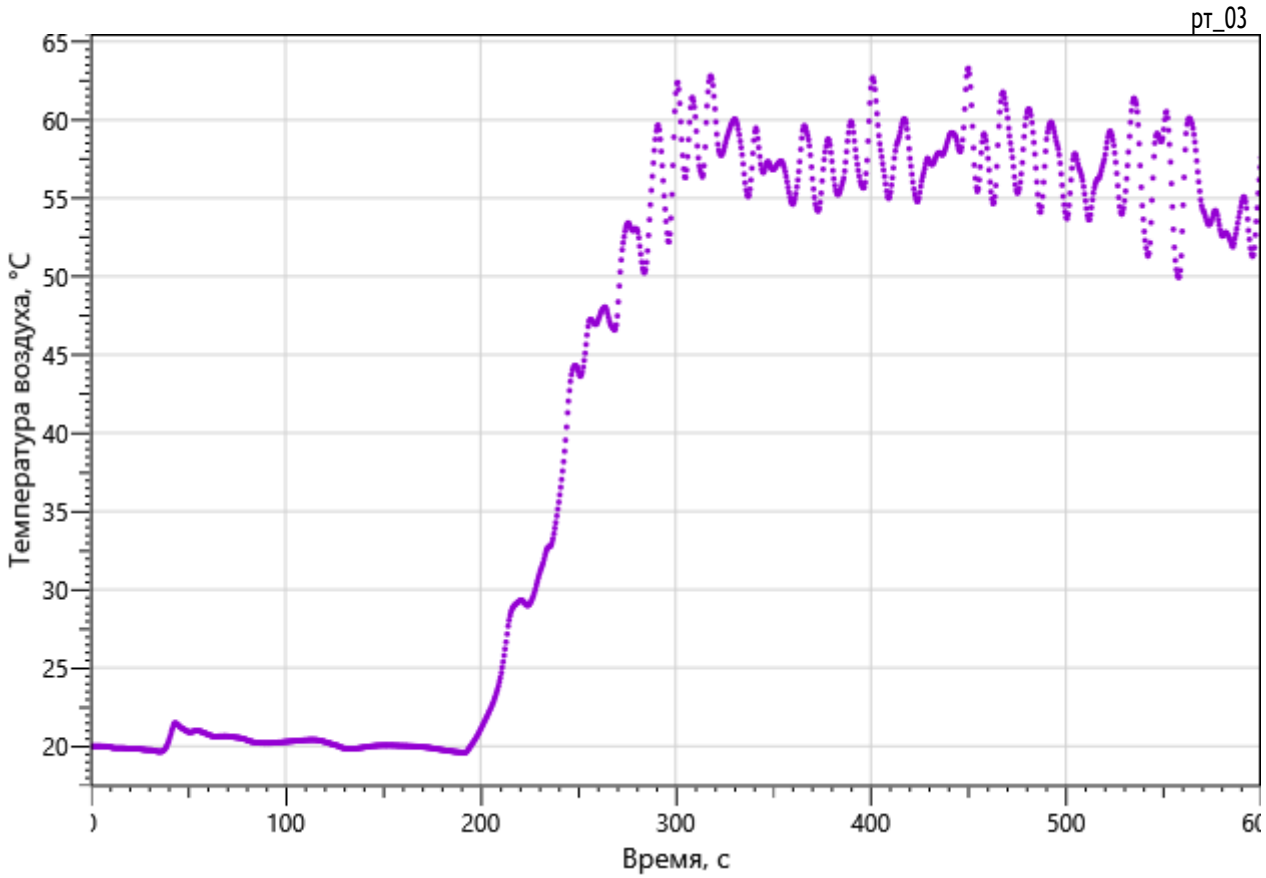


Рисунок 142 - Зависимость температуры от длительности пожара

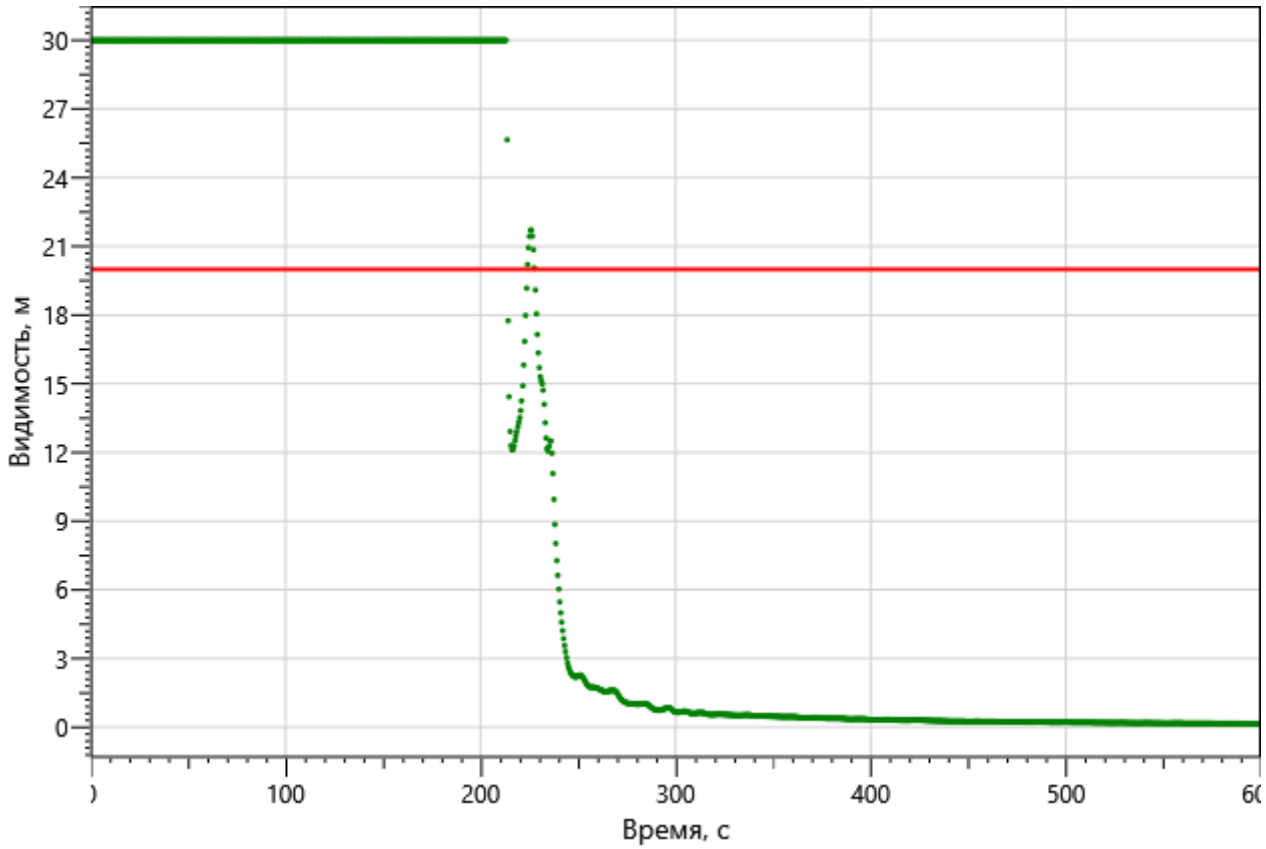


Рисунок 143 - Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

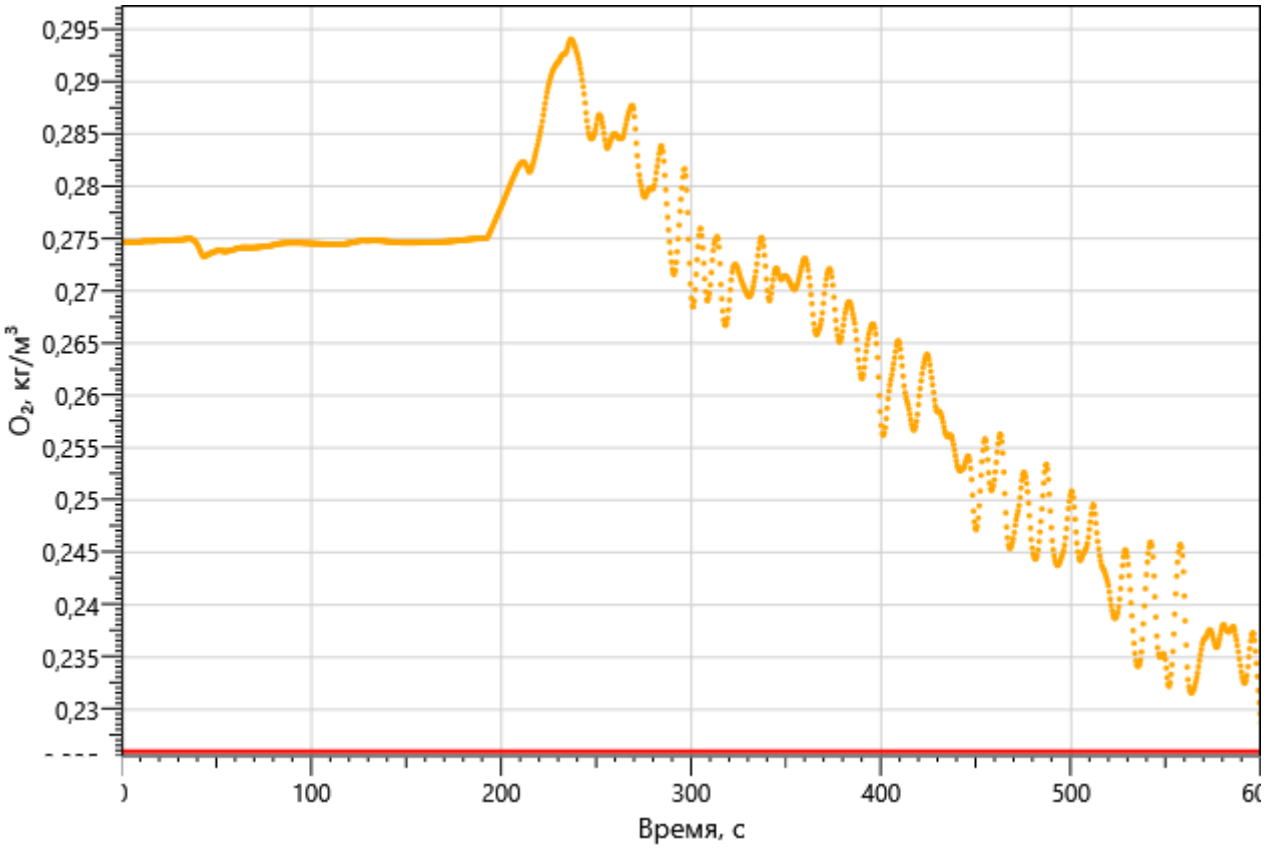


Рисунок 144 - Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

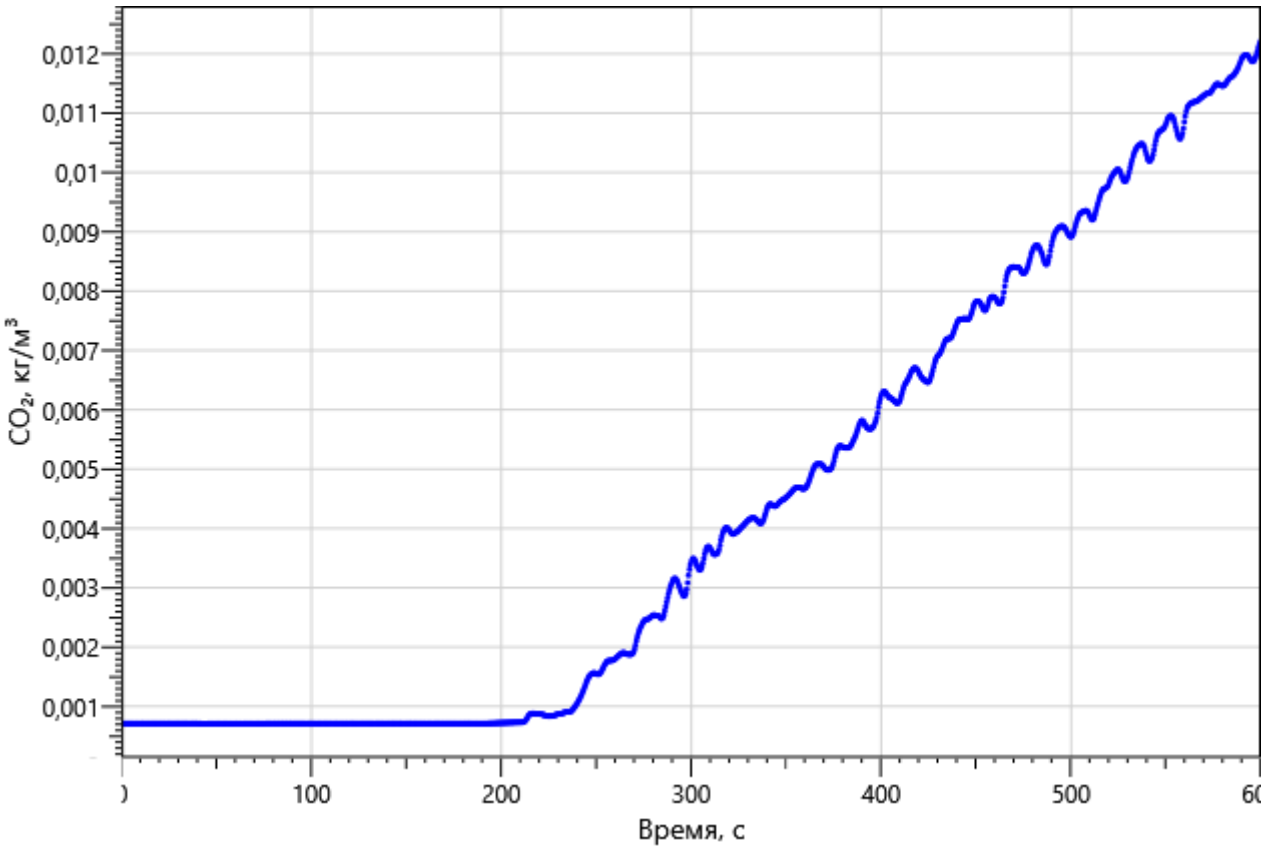


Рисунок 145 - Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

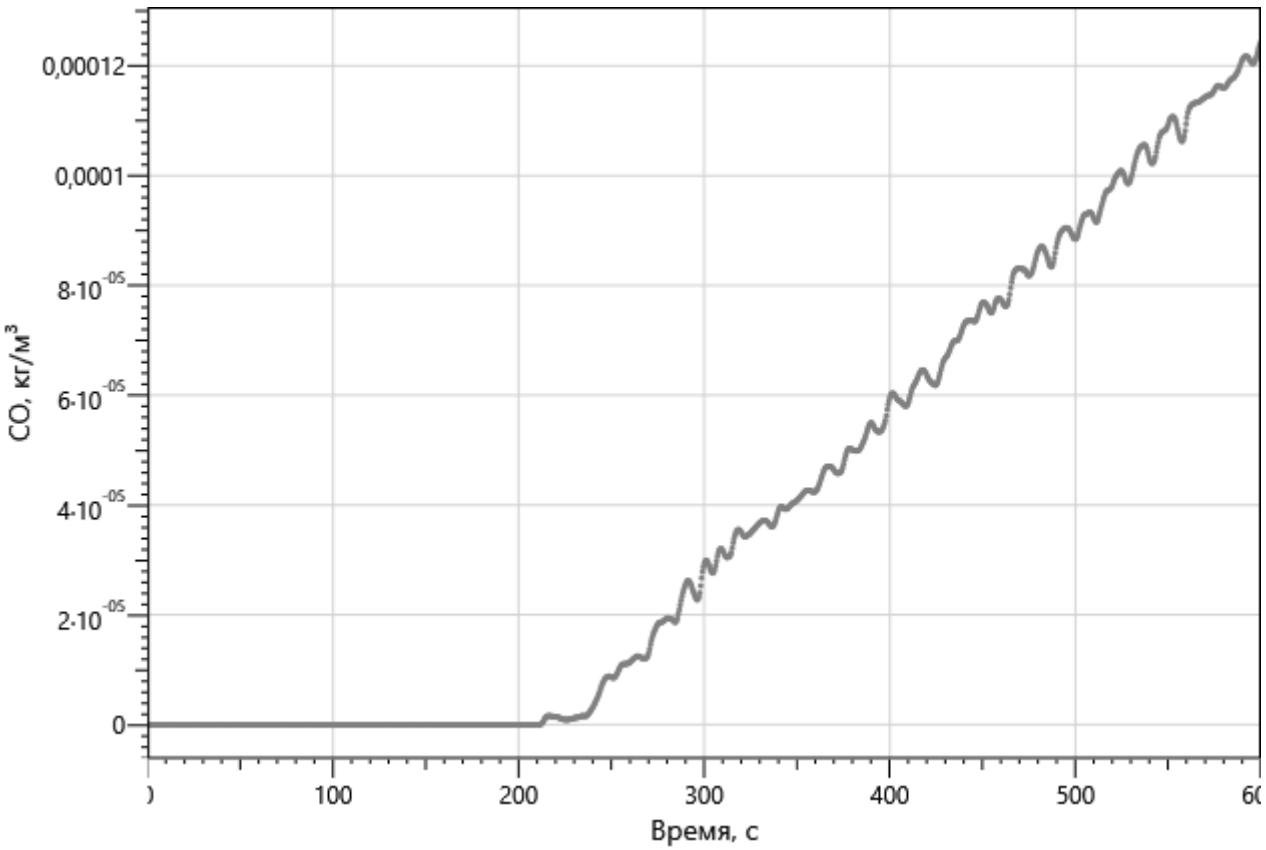


Рисунок 146 - Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

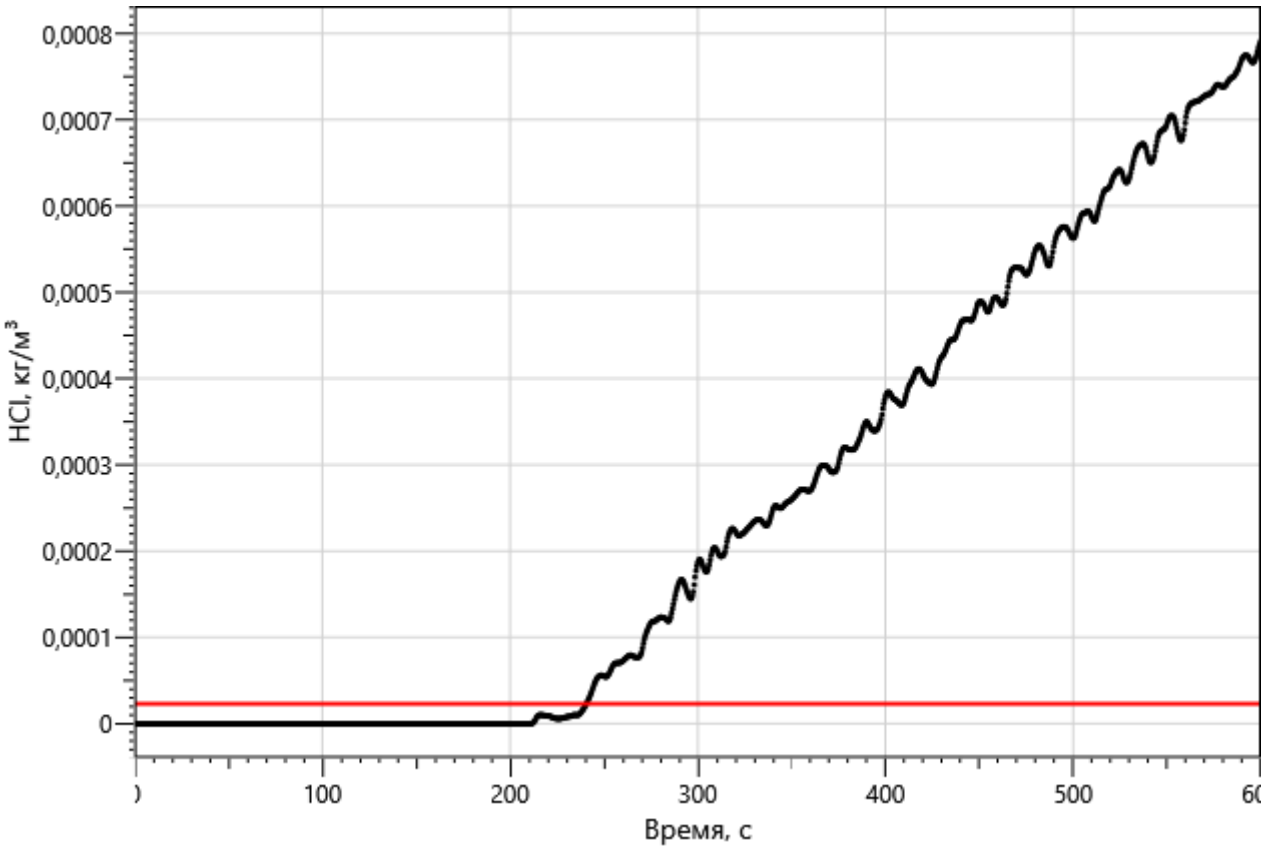


Рисунок 147 - Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

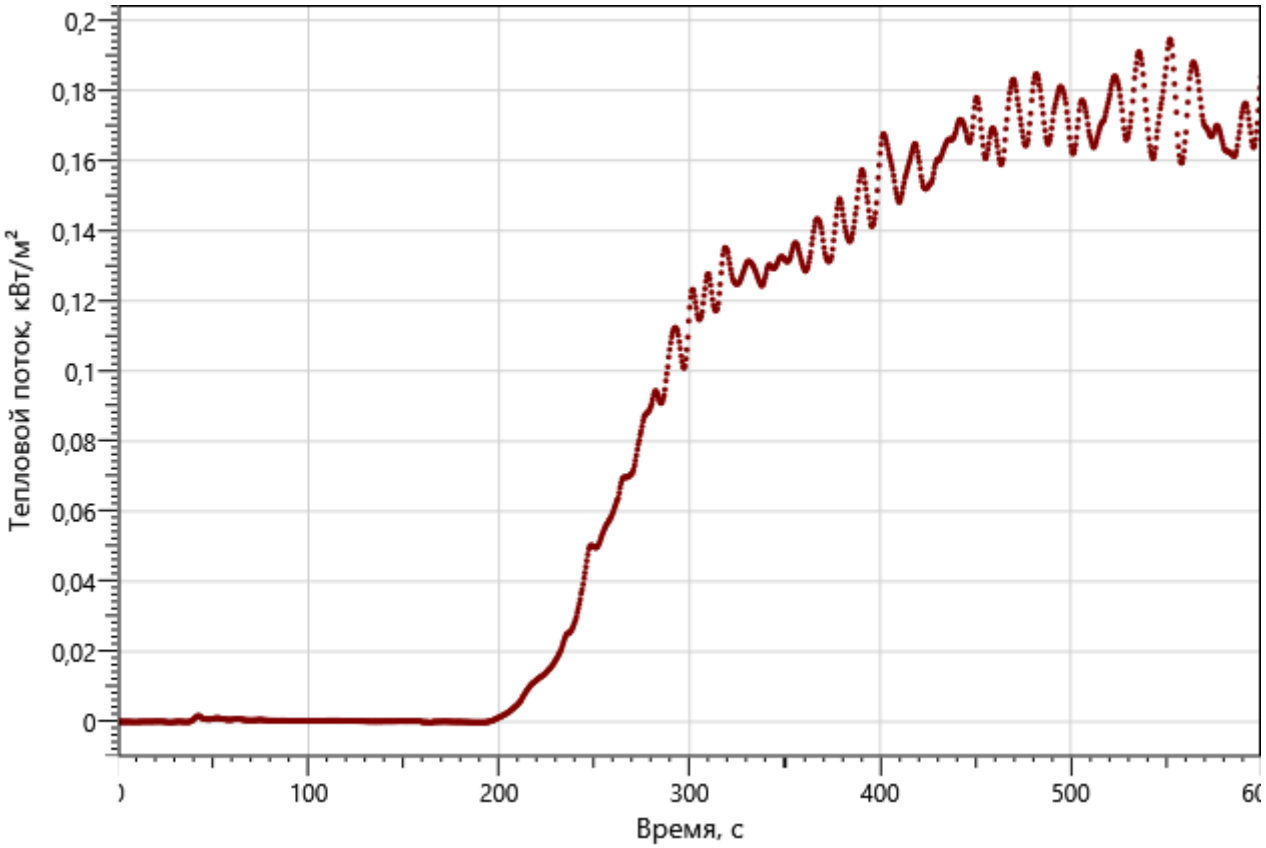


Рисунок 148 - Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

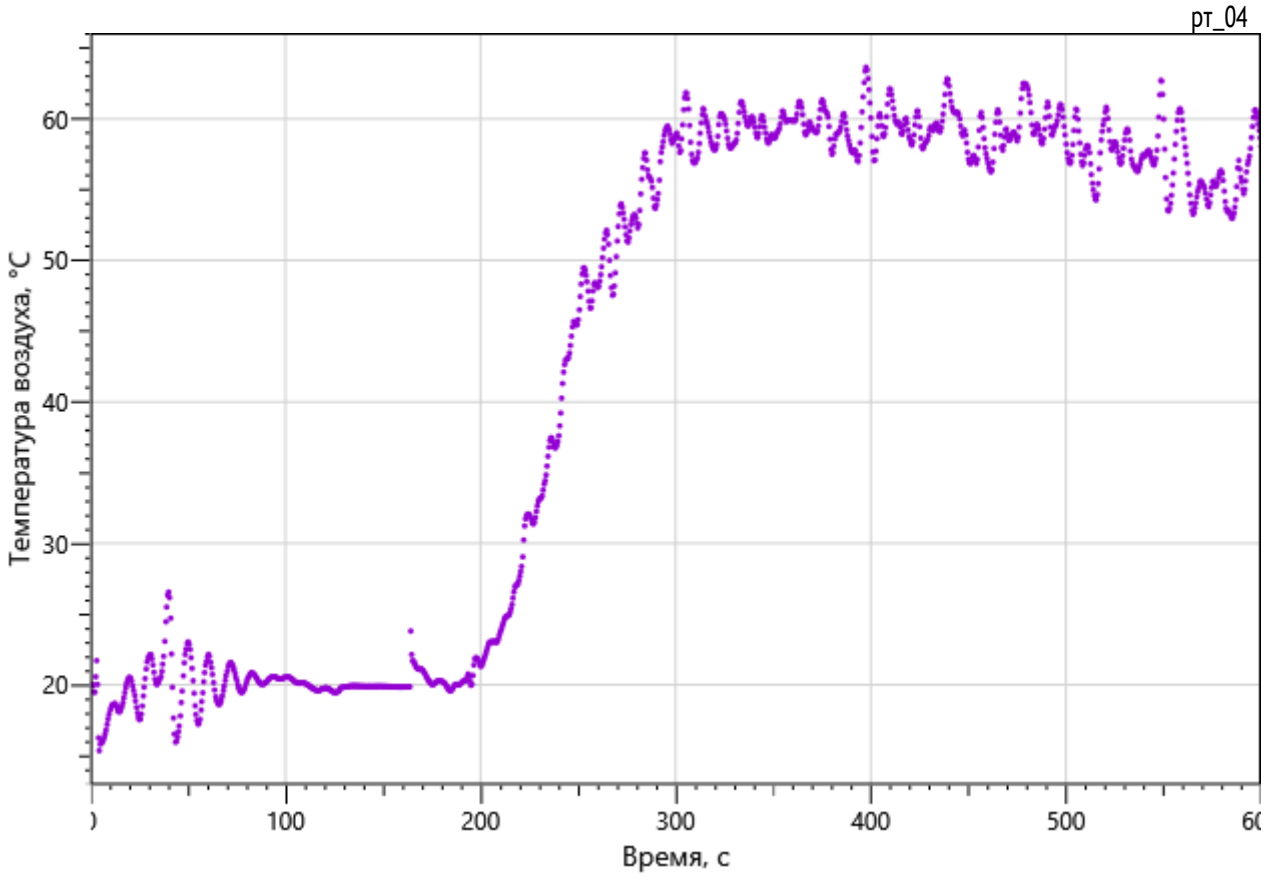


Рисунок 149 - Зависимость температуры от длительности пожара

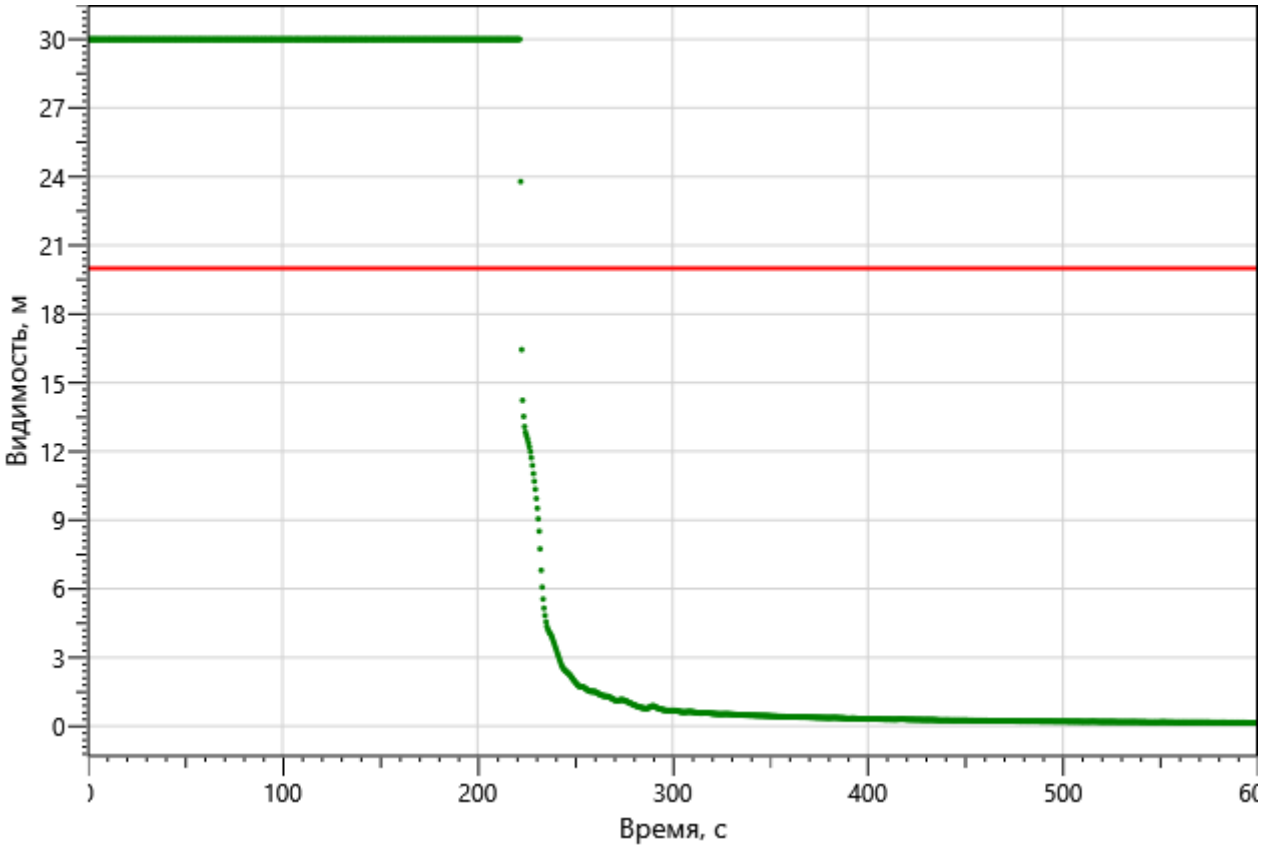


Рисунок 150 - Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

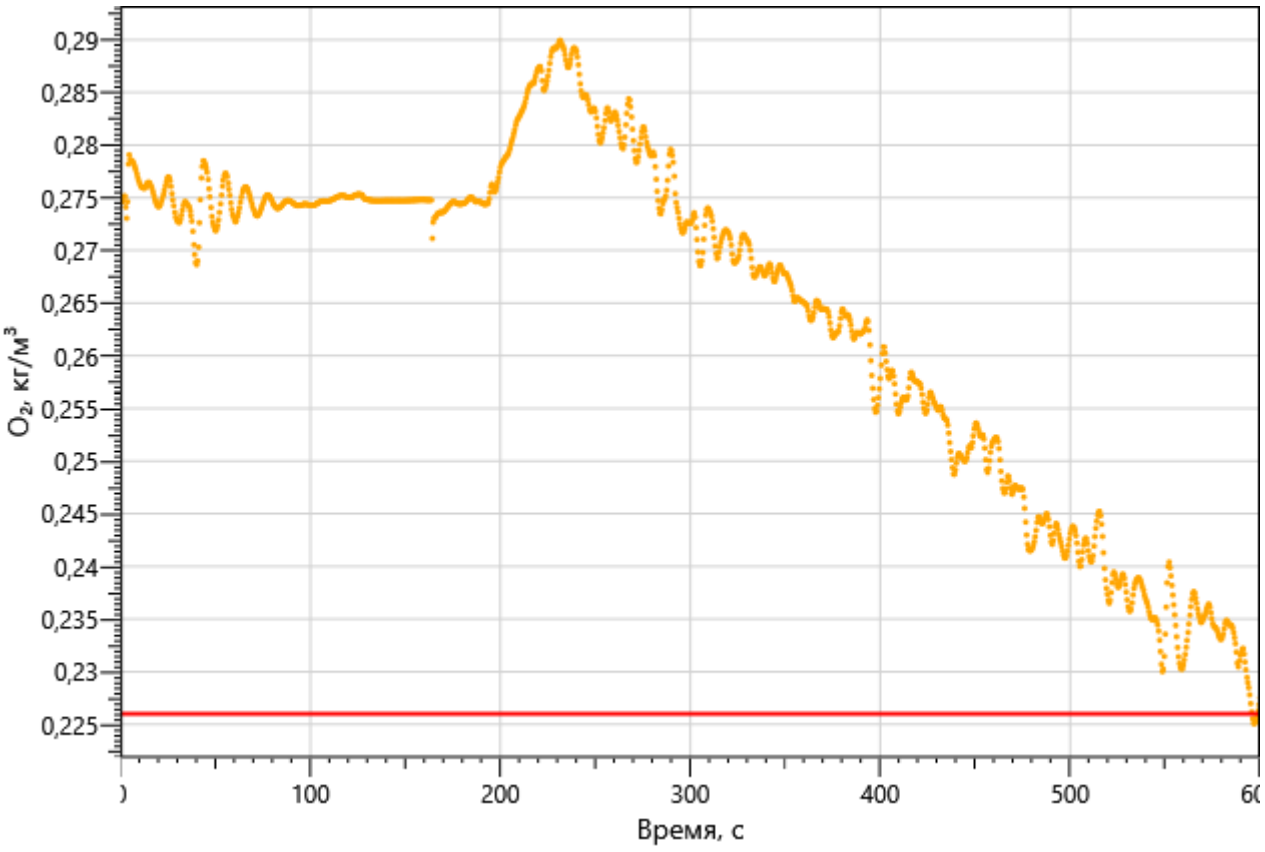


Рисунок 151 - Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

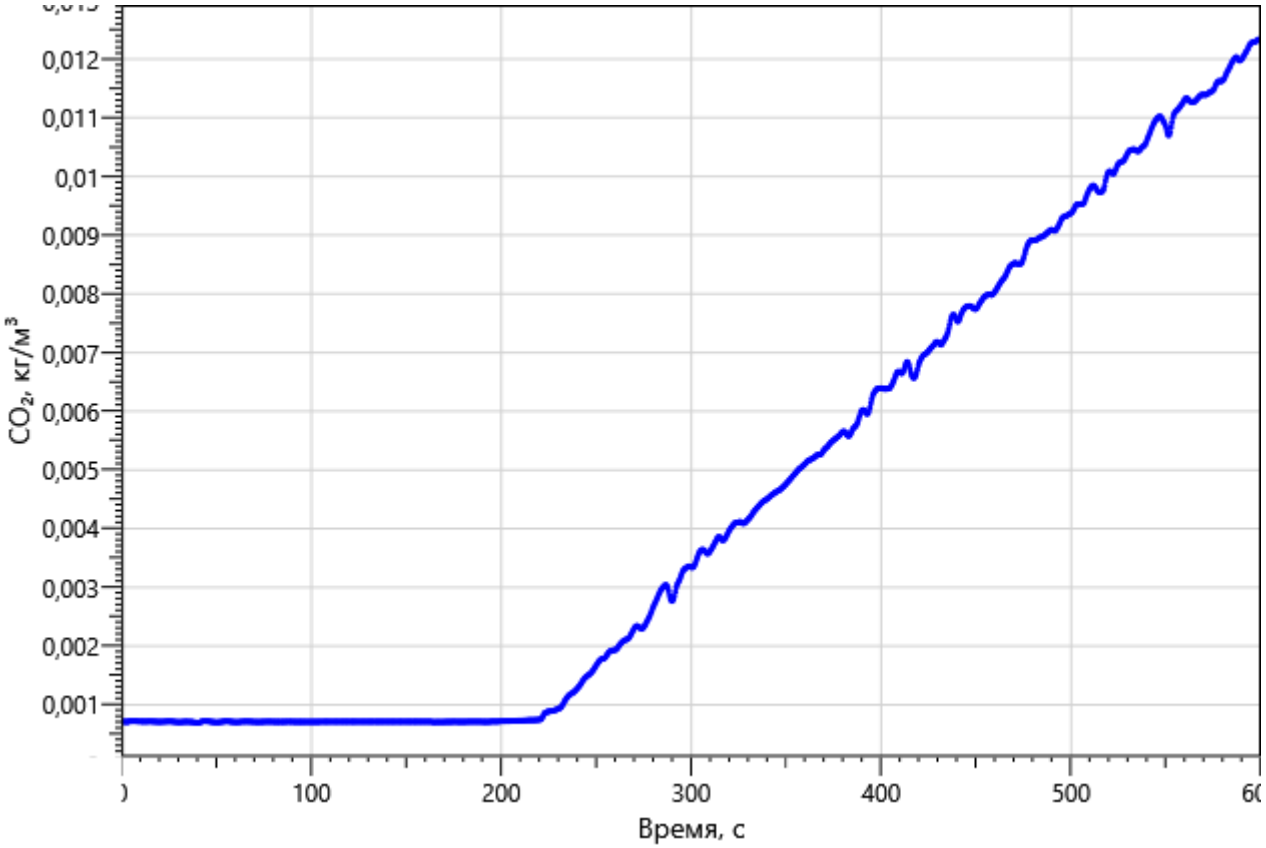


Рисунок 152 - Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

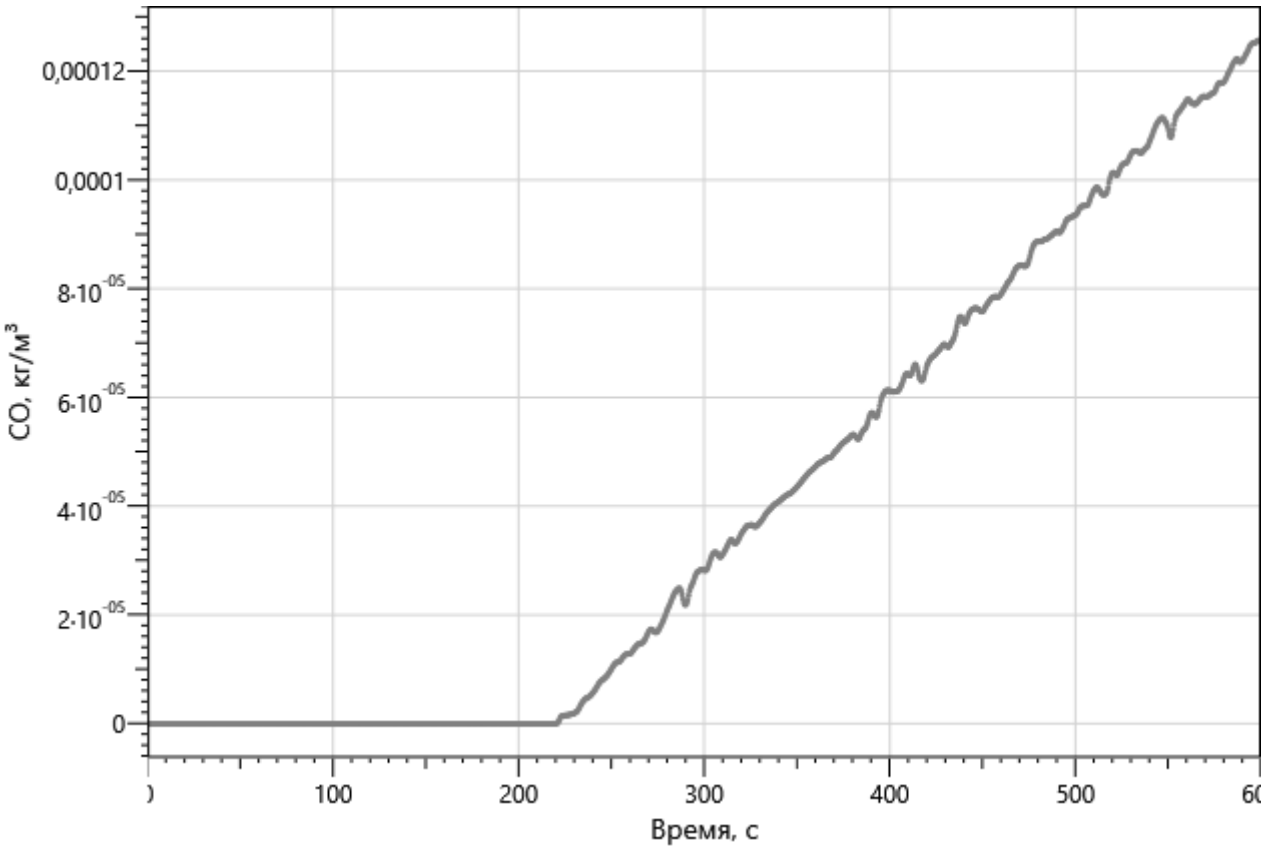


Рисунок 153 - Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

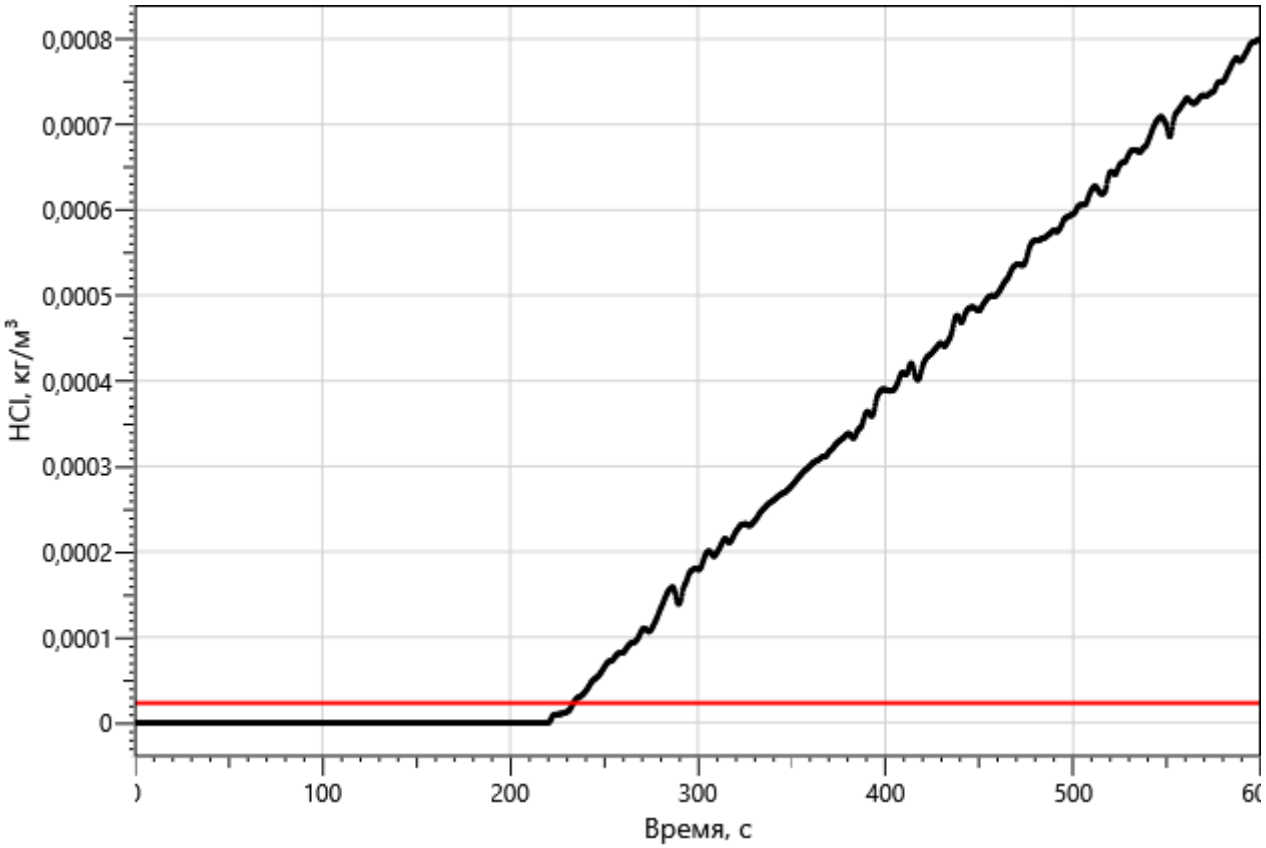


Рисунок 154 - Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

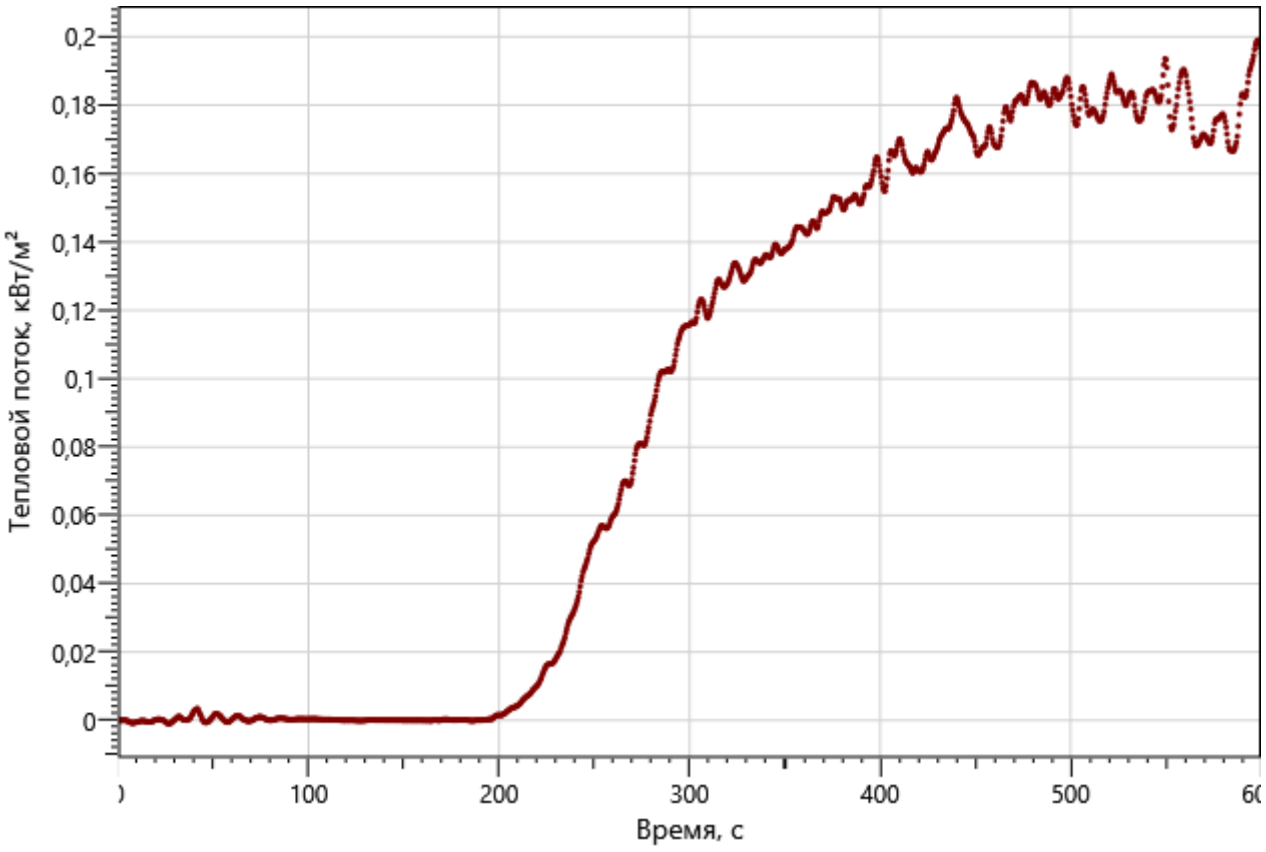


Рисунок 155 - Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

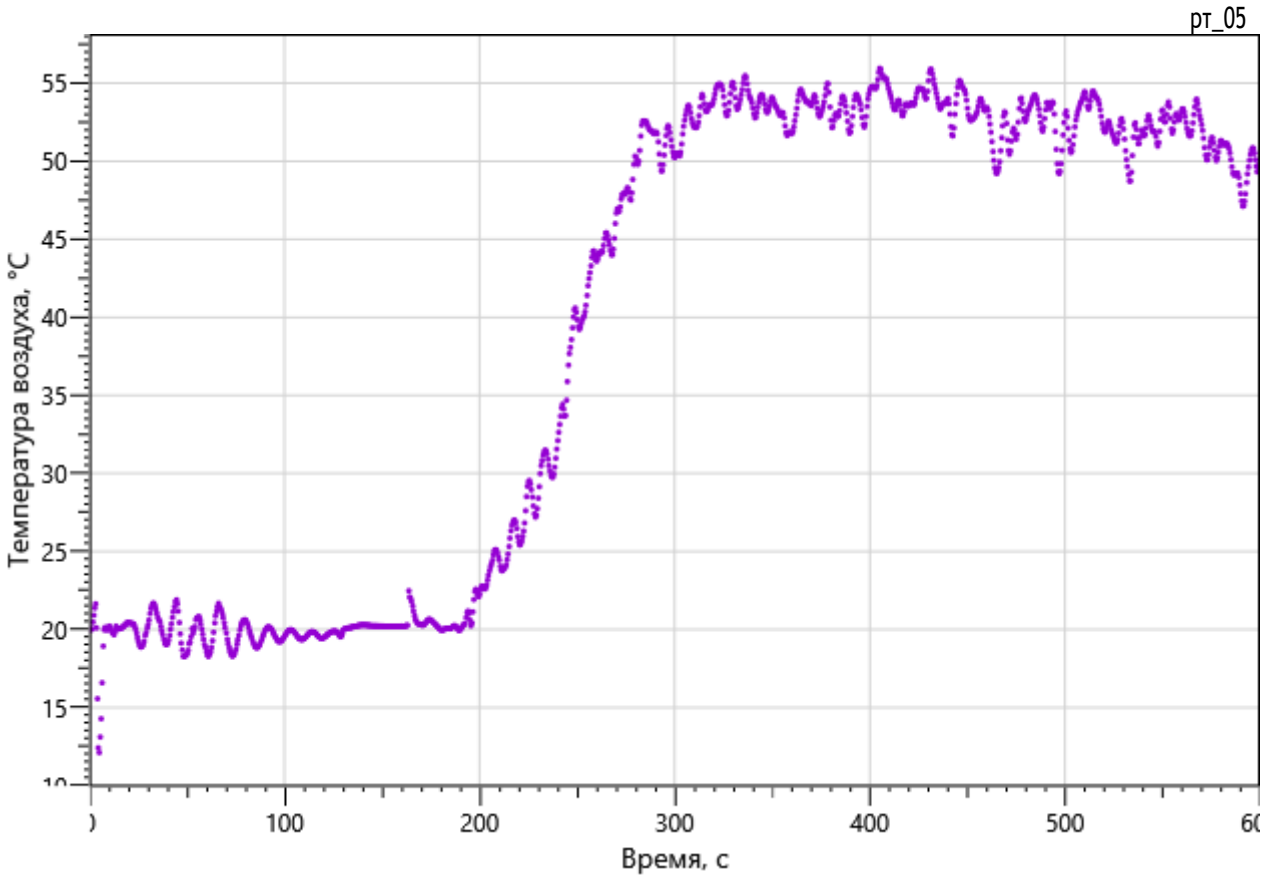


Рисунок 156 - Зависимость температуры от длительности пожара

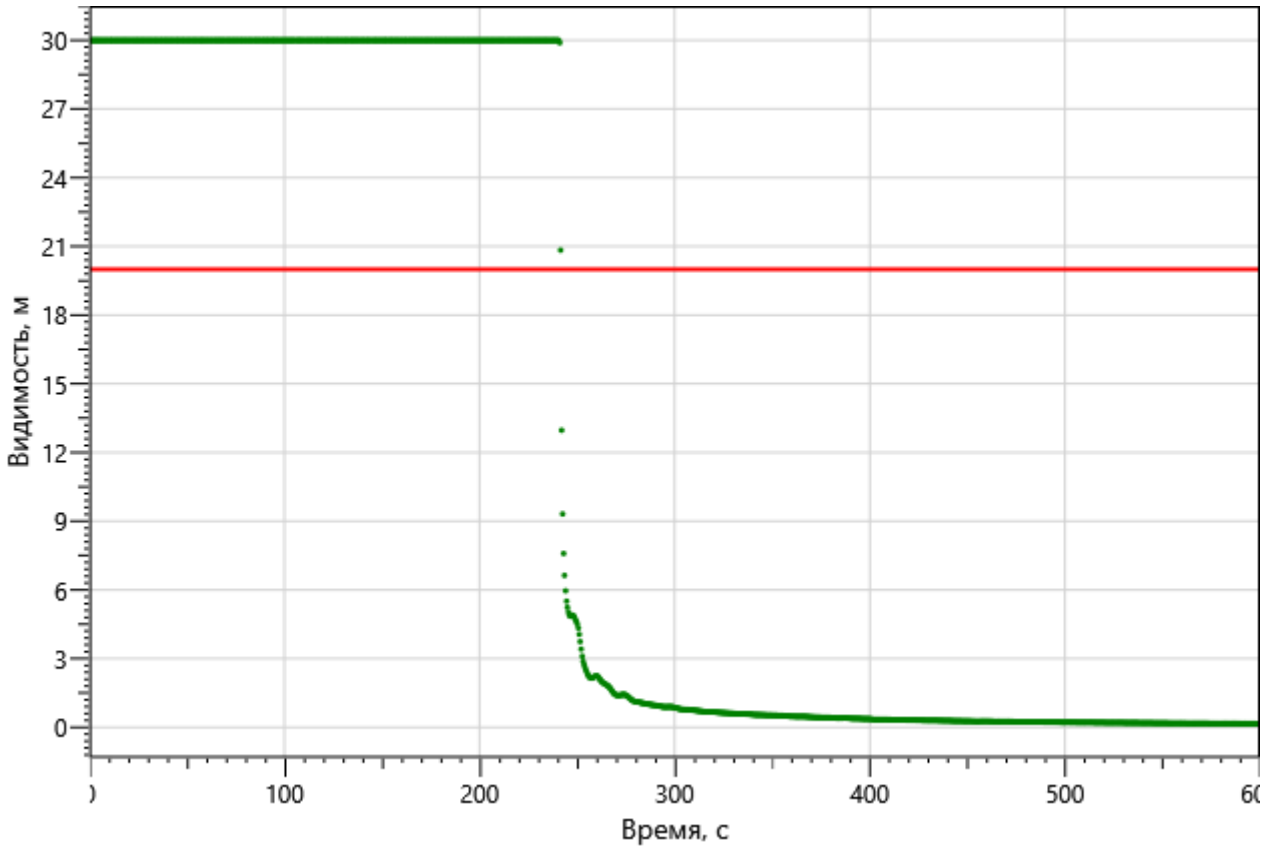


Рисунок 157 - Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

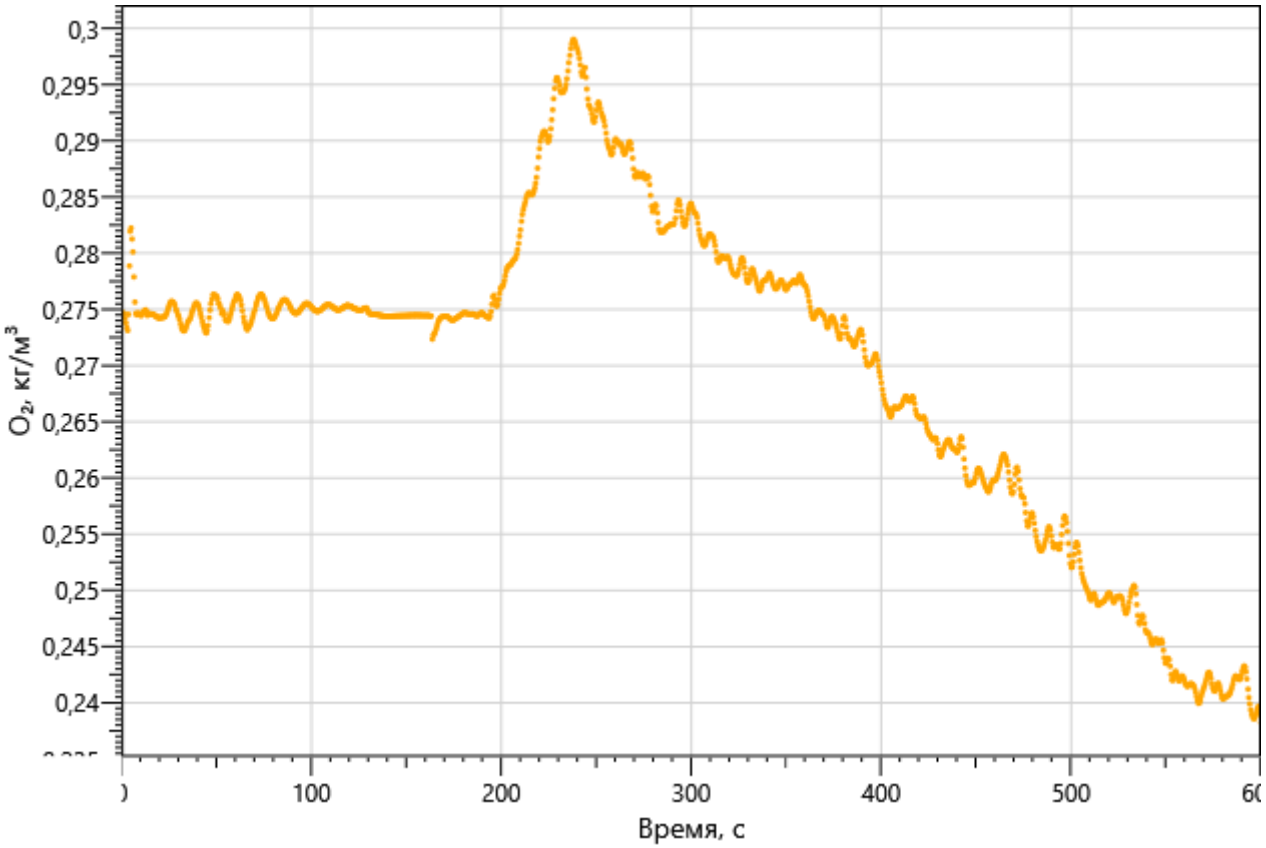


Рисунок 158 - Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

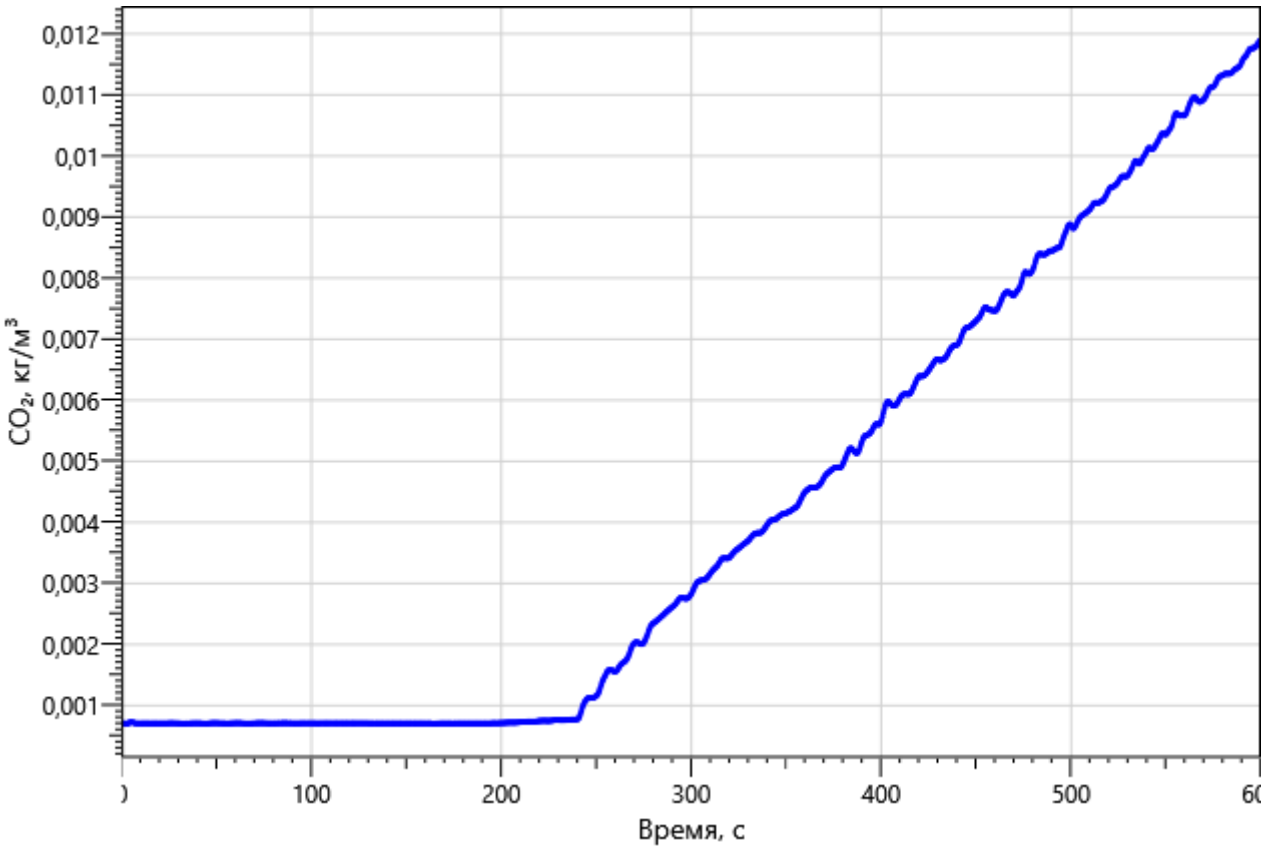


Рисунок 159 - Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

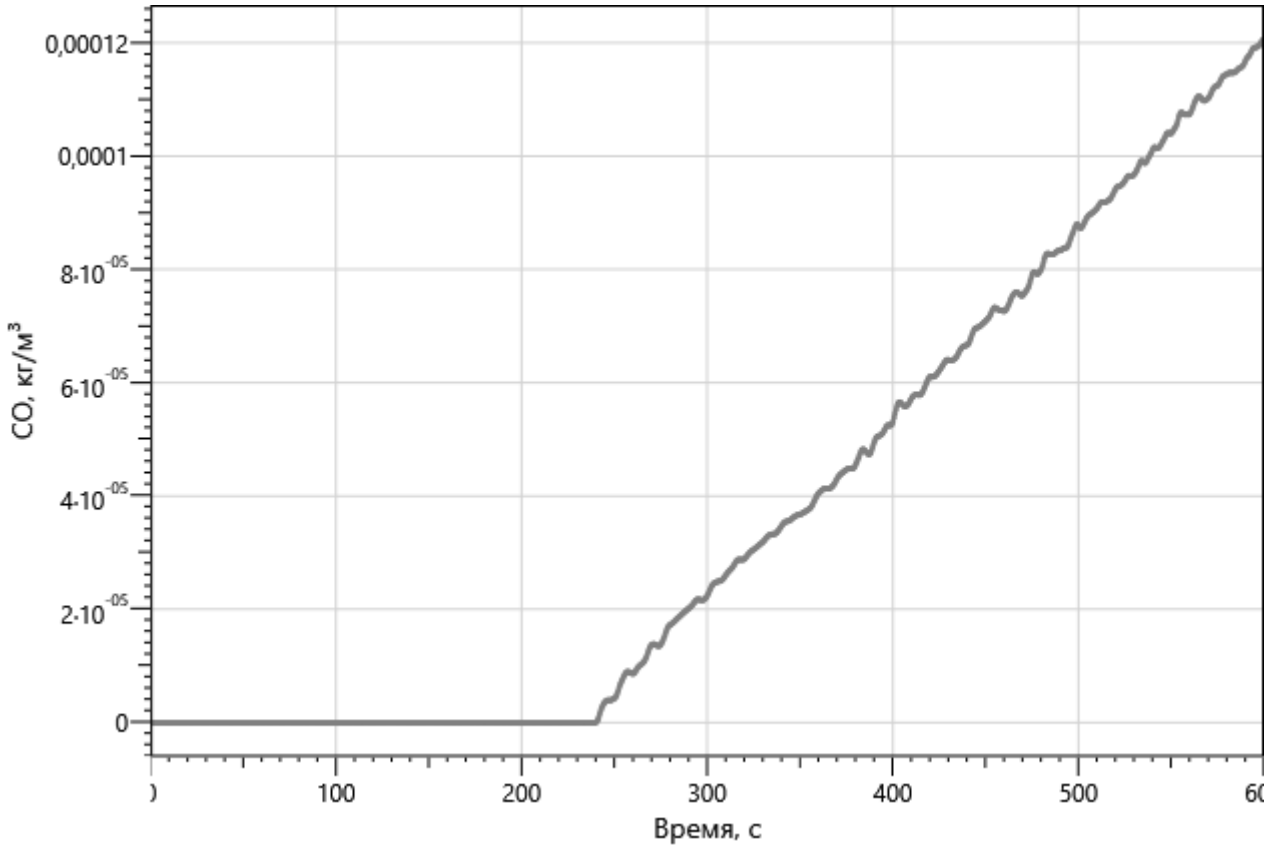


Рисунок 160 - Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

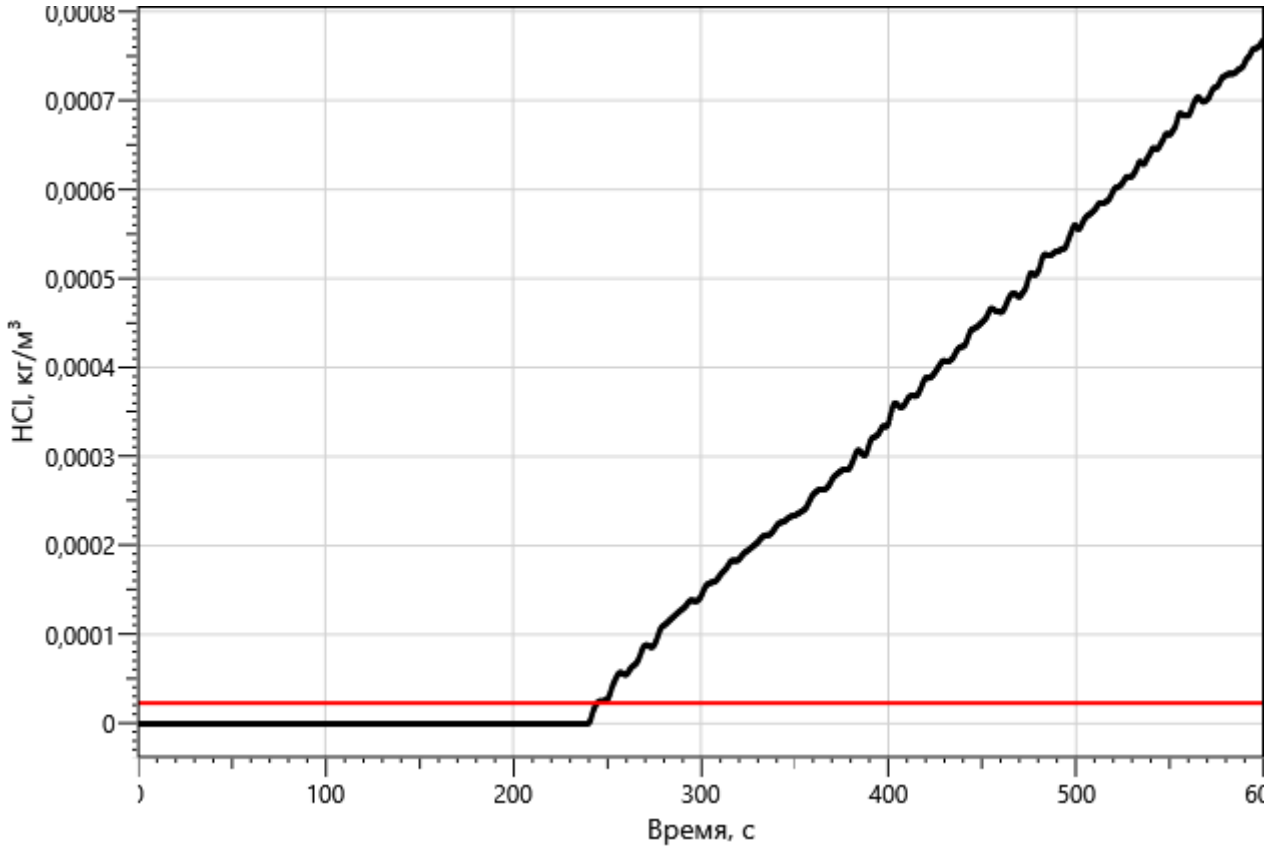


Рисунок 161 - Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

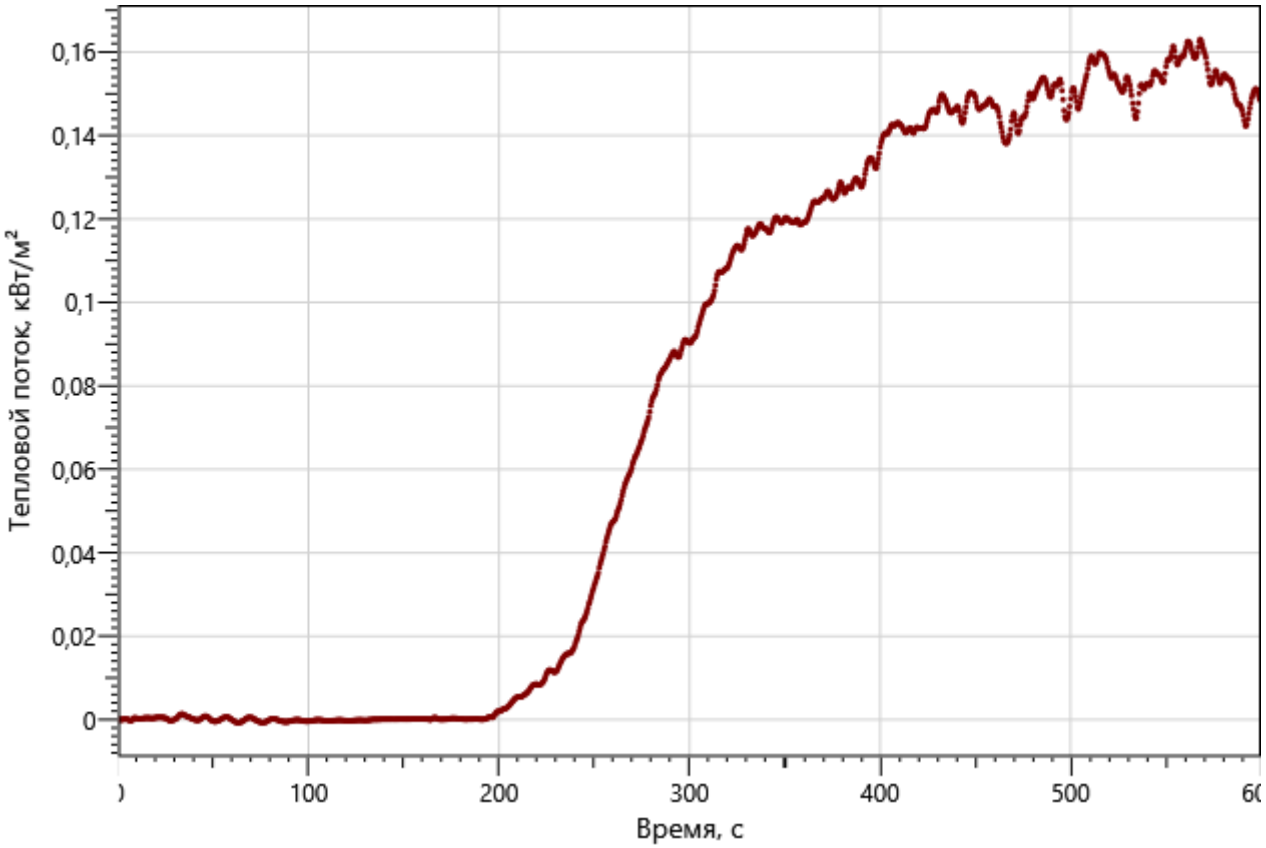


Рисунок 162 - Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

рт_06

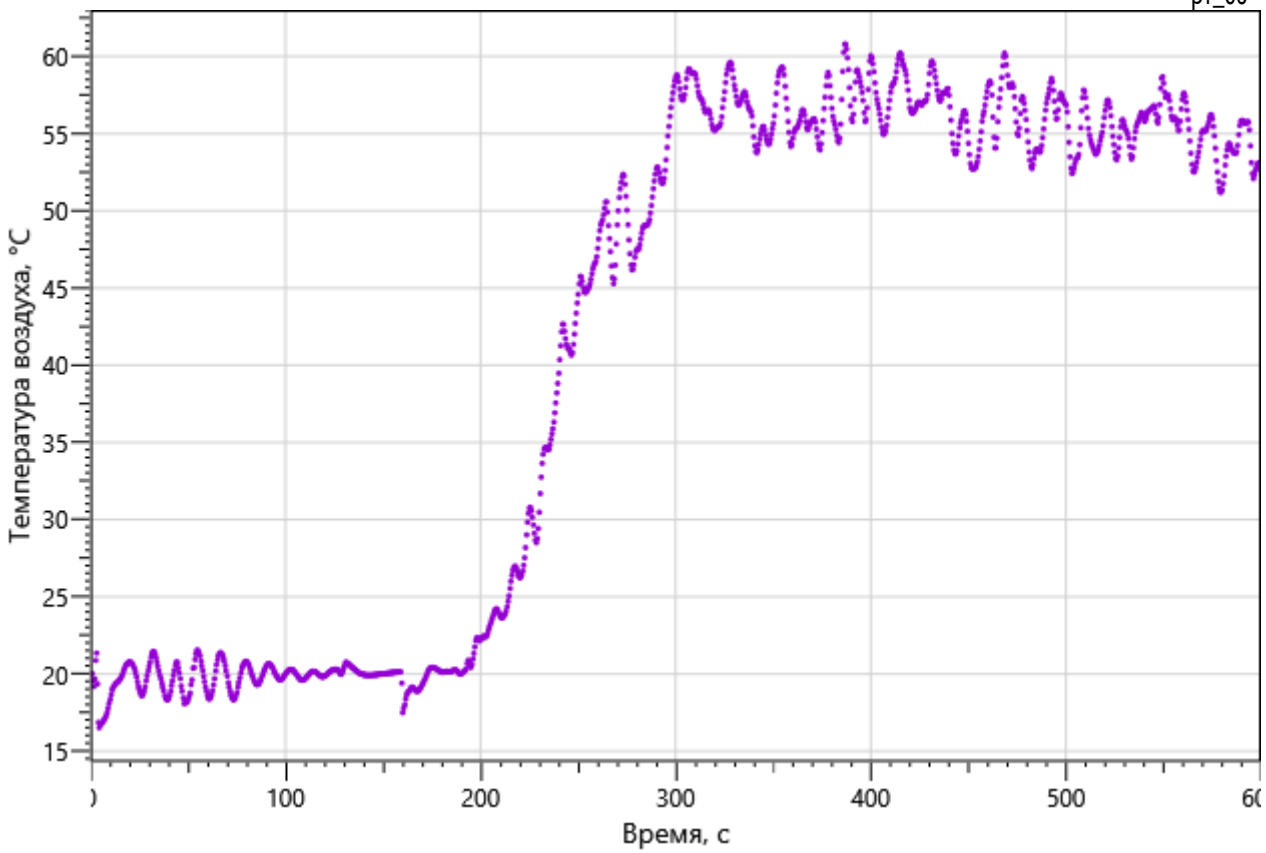


Рисунок 163 - Зависимость температуры от длительности пожара

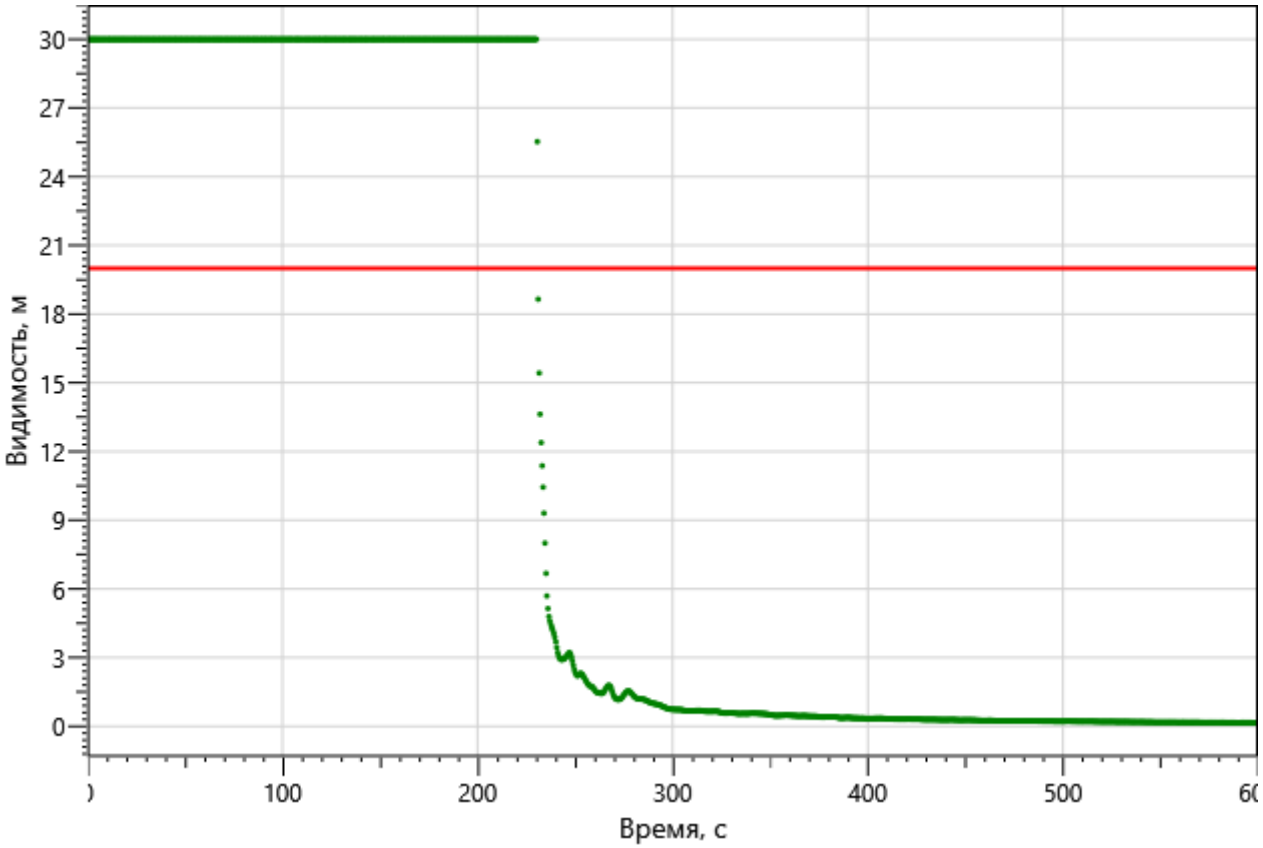


Рисунок 164 - Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

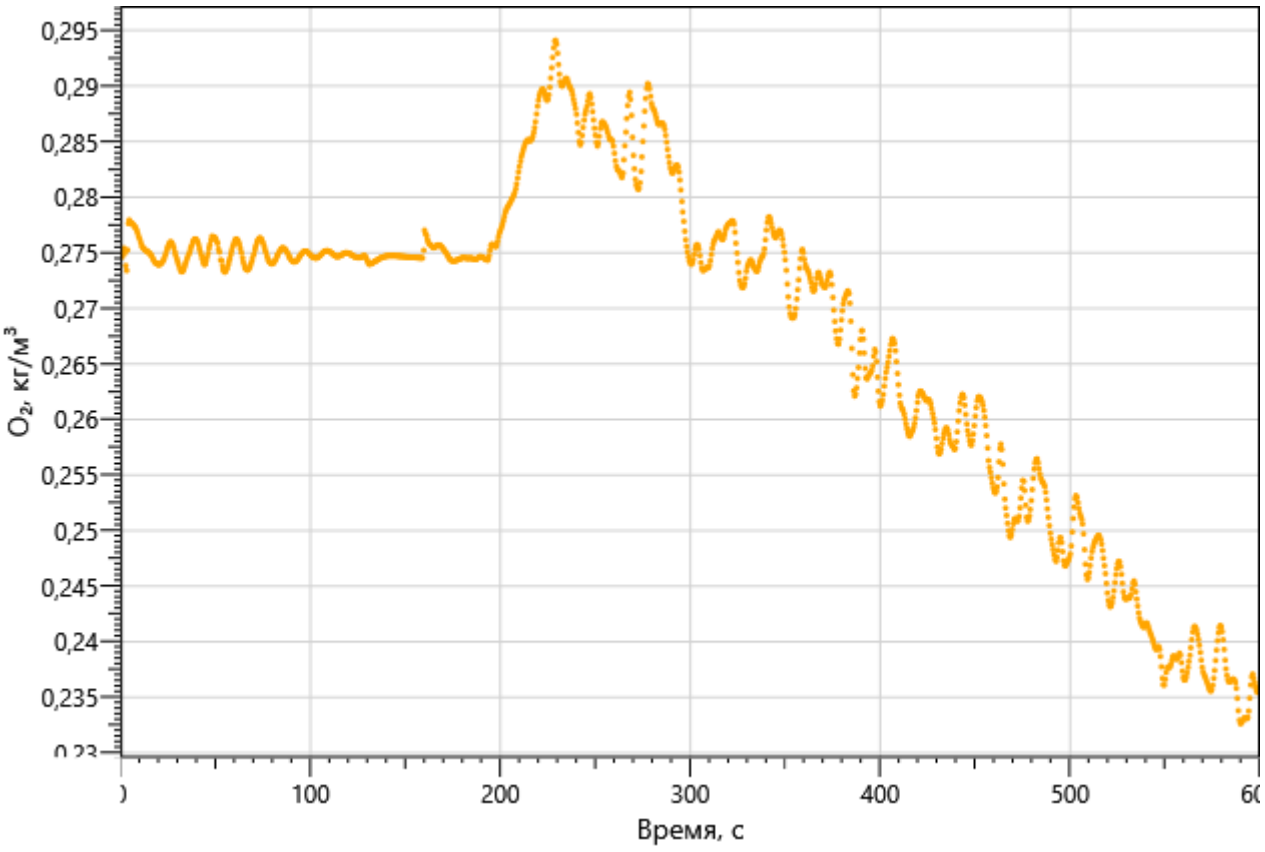


Рисунок 165 - Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

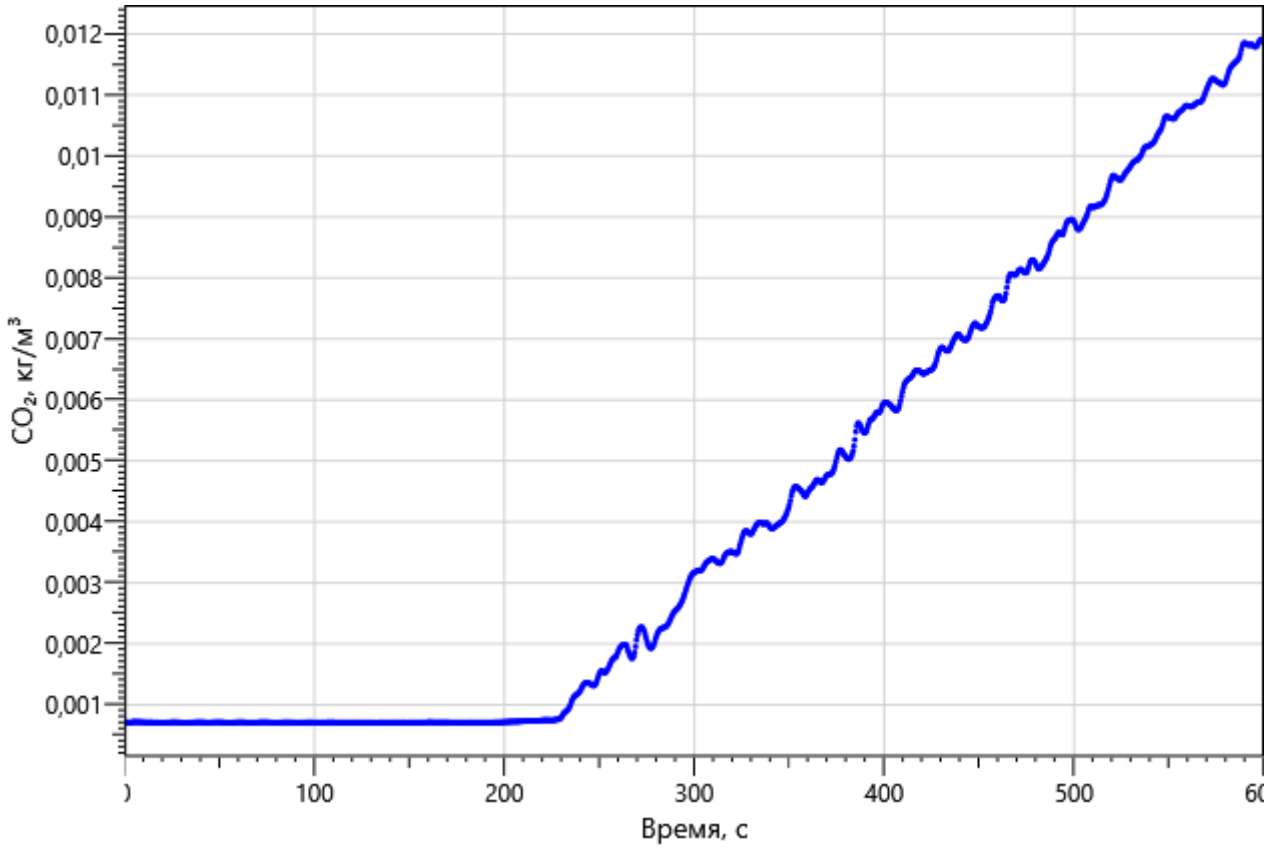


Рисунок 166 - Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

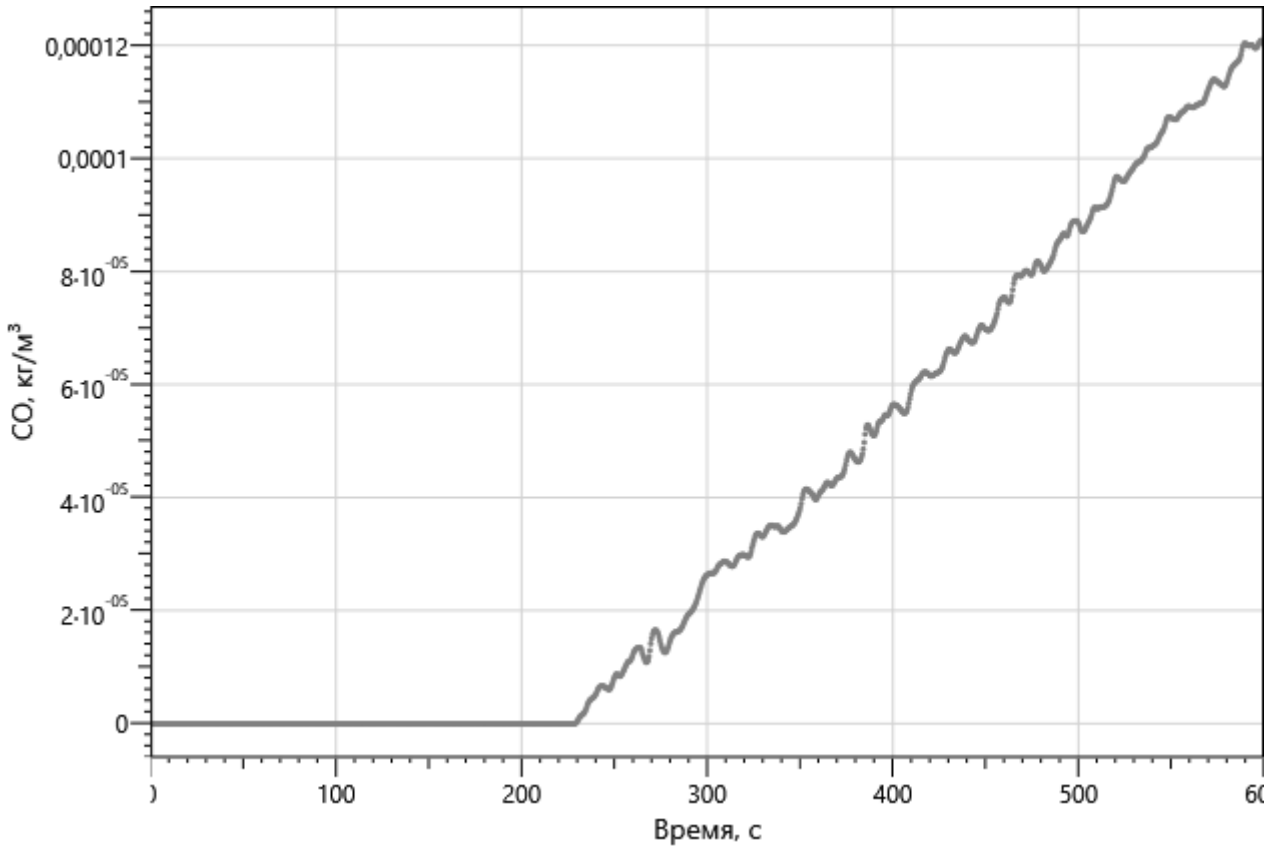


Рисунок 167 - Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

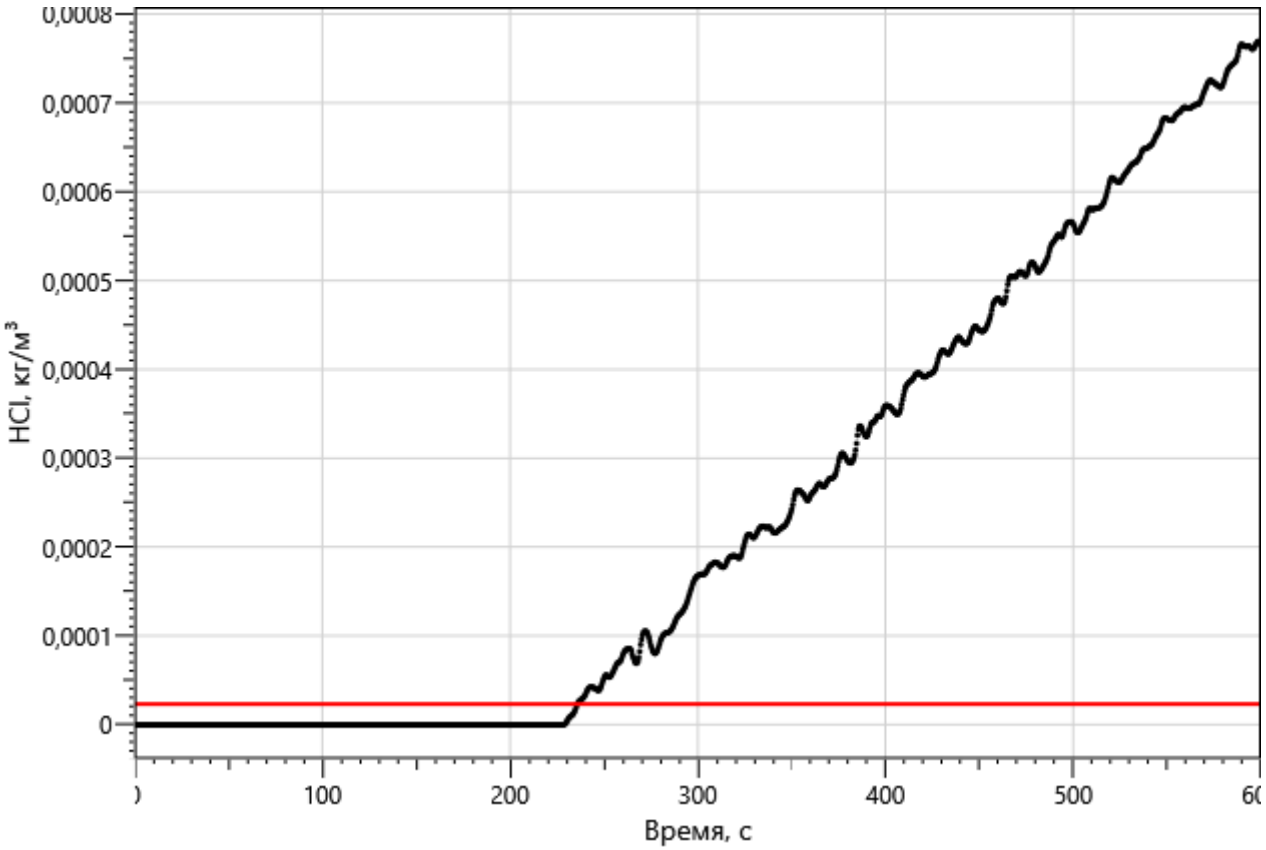


Рисунок 168 - Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

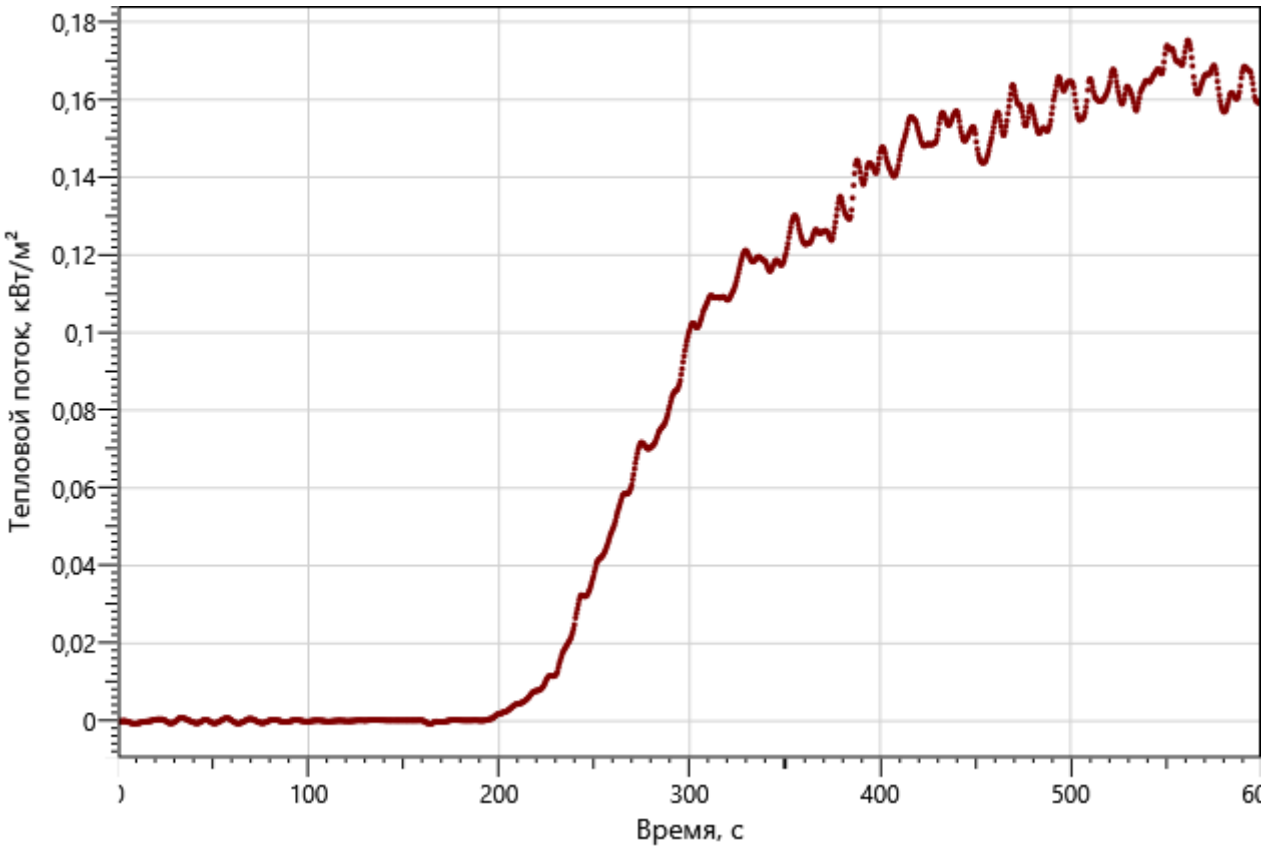


Рисунок 169 - Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

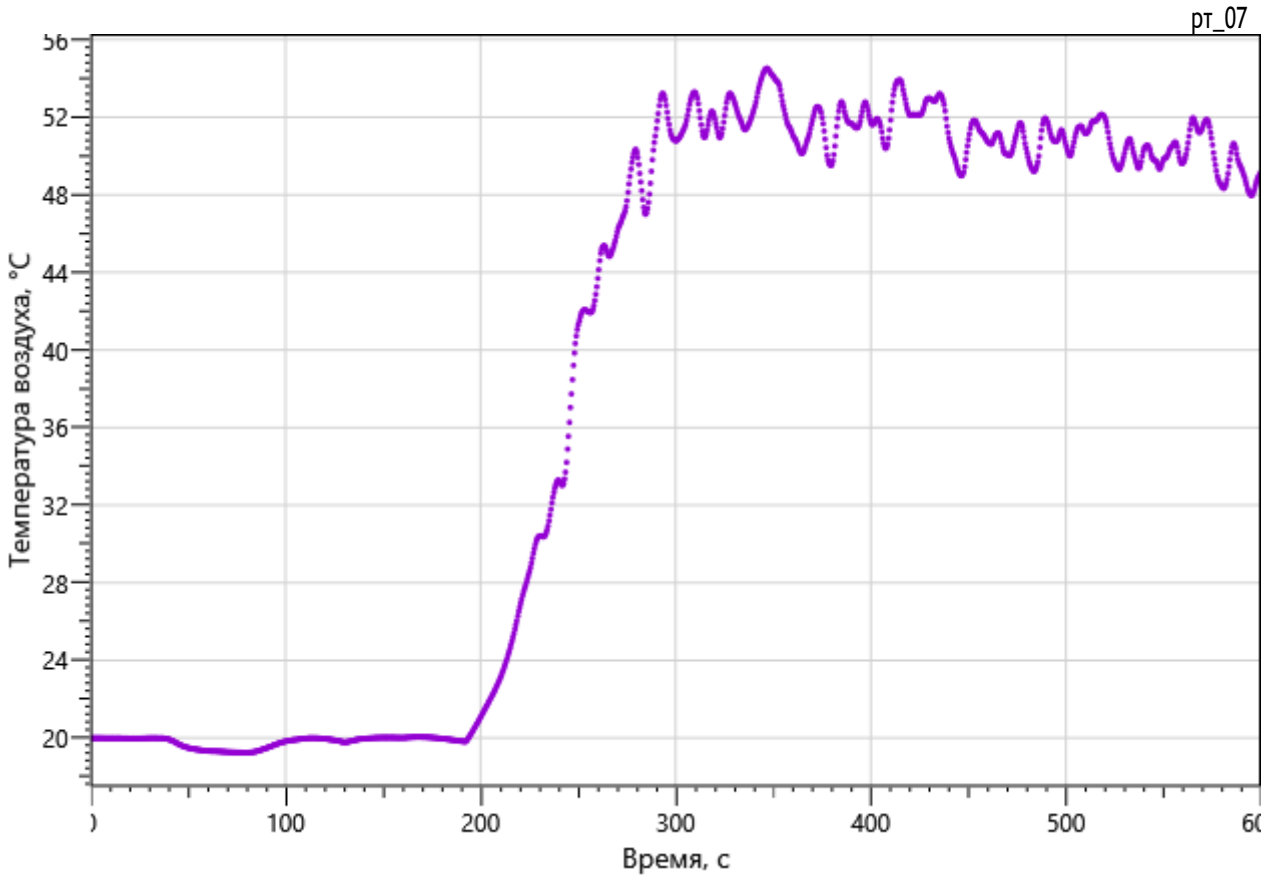


Рисунок 170 - Зависимость температуры от длительности пожара

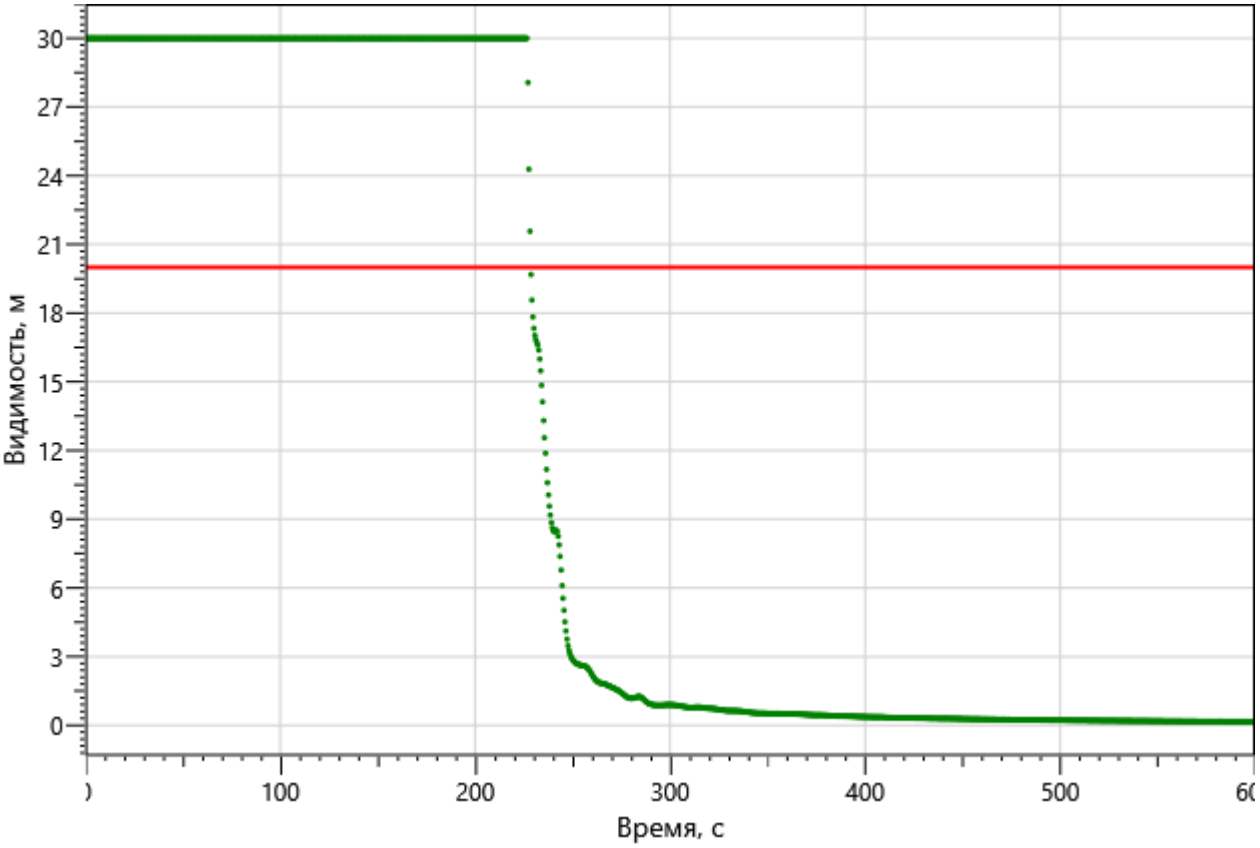


Рисунок 171 - Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

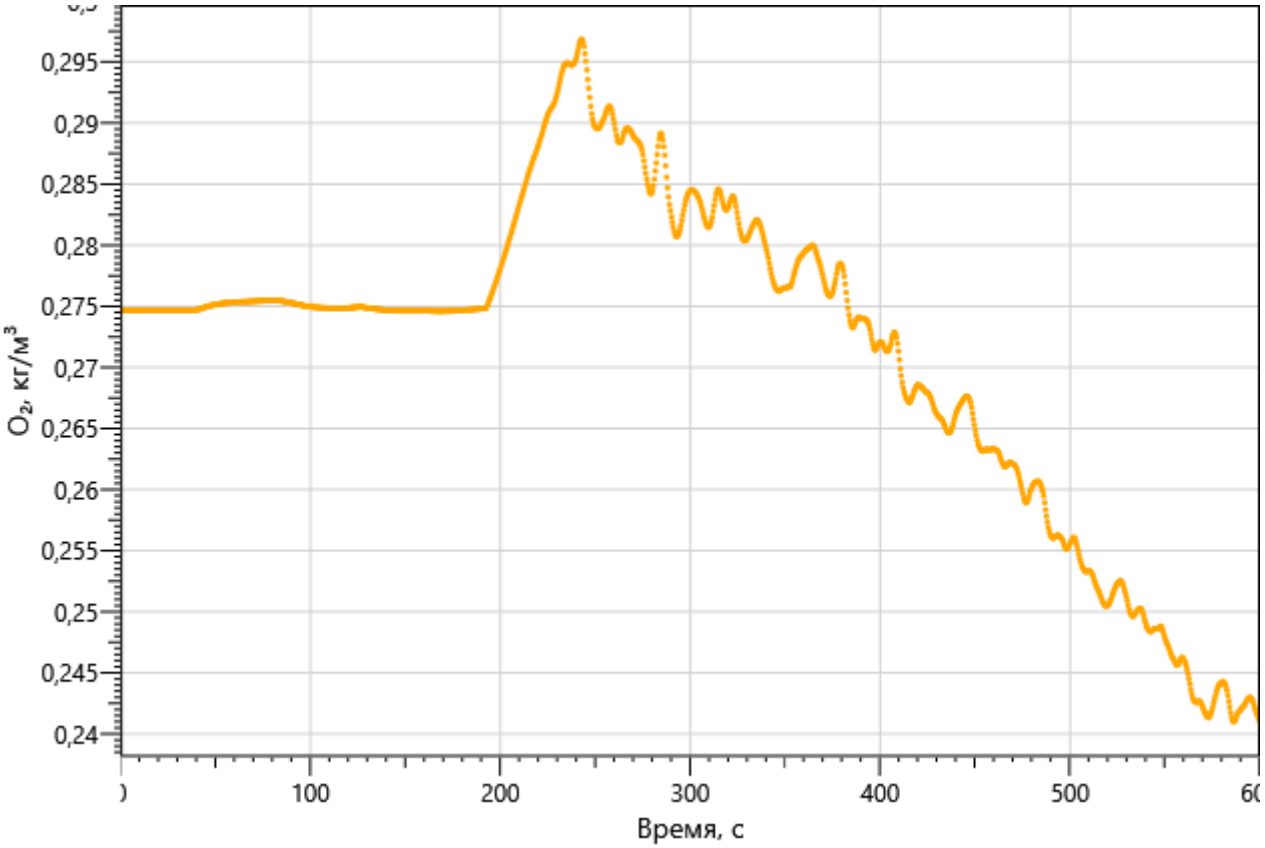


Рисунок 172 - Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

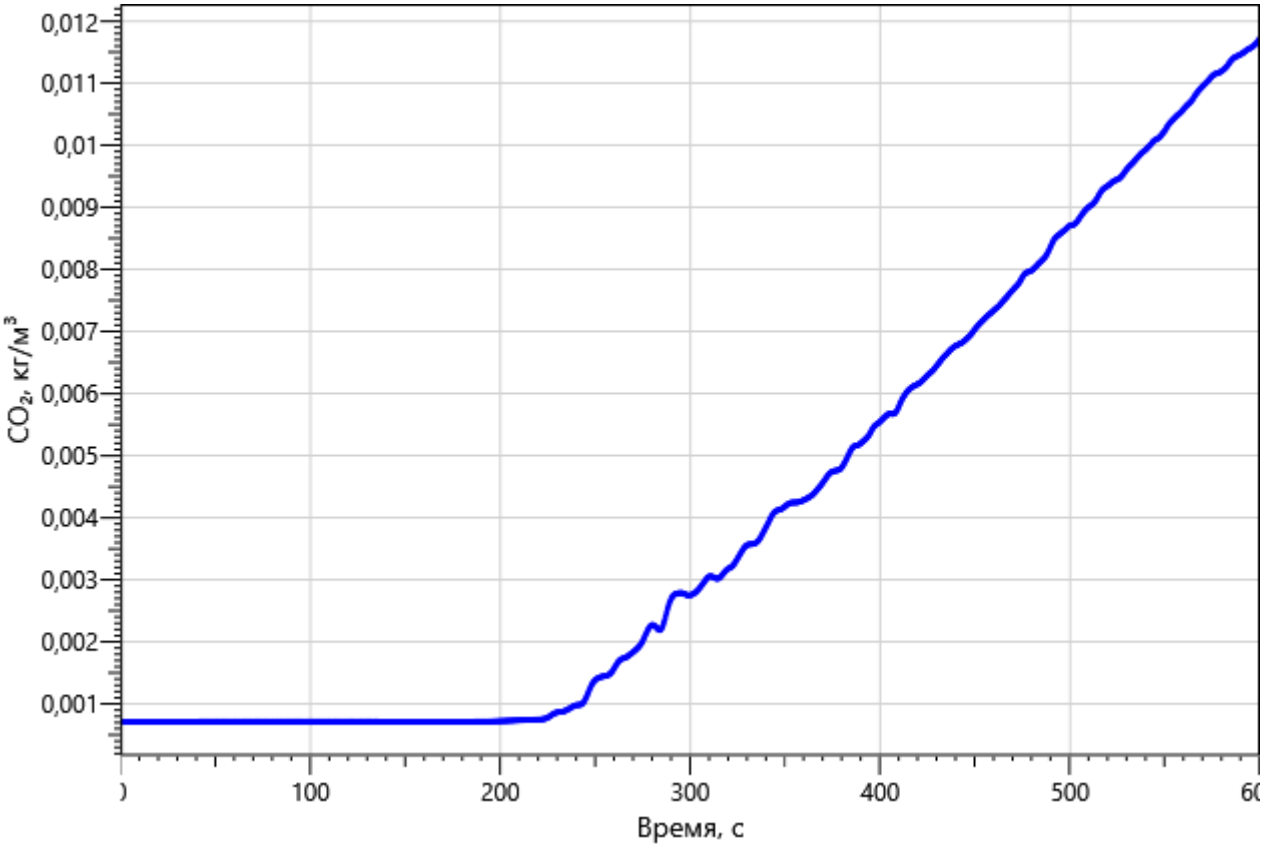


Рисунок 173 - Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

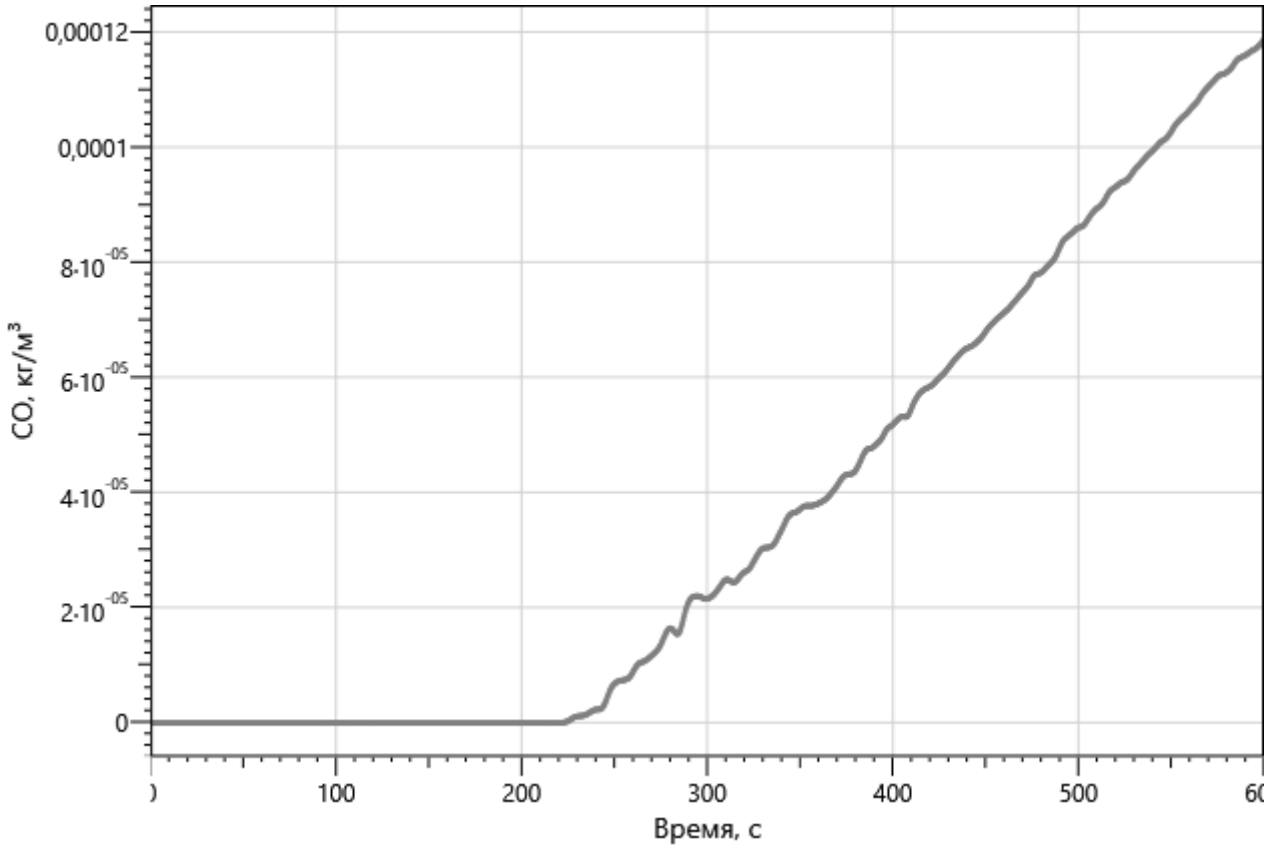


Рисунок 174 - Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

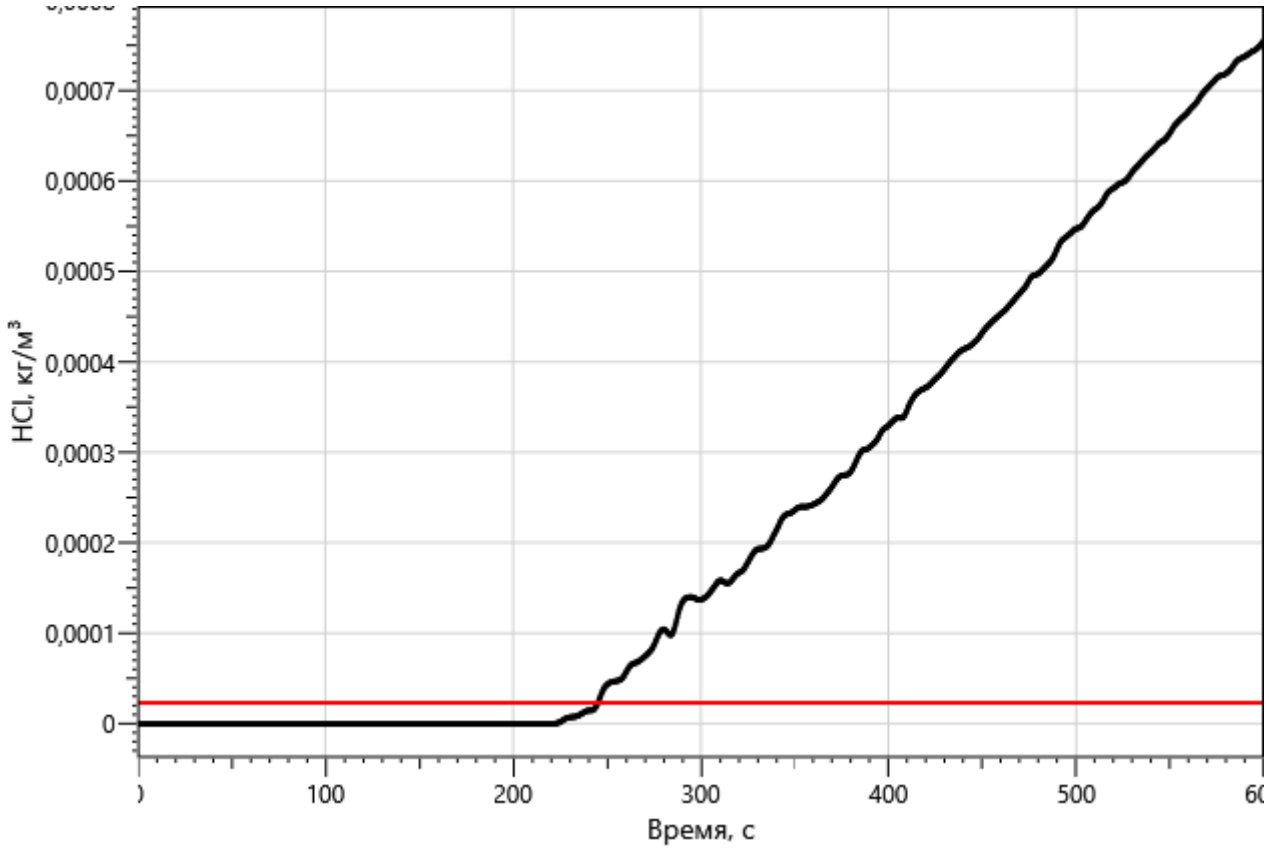


Рисунок 175 - Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

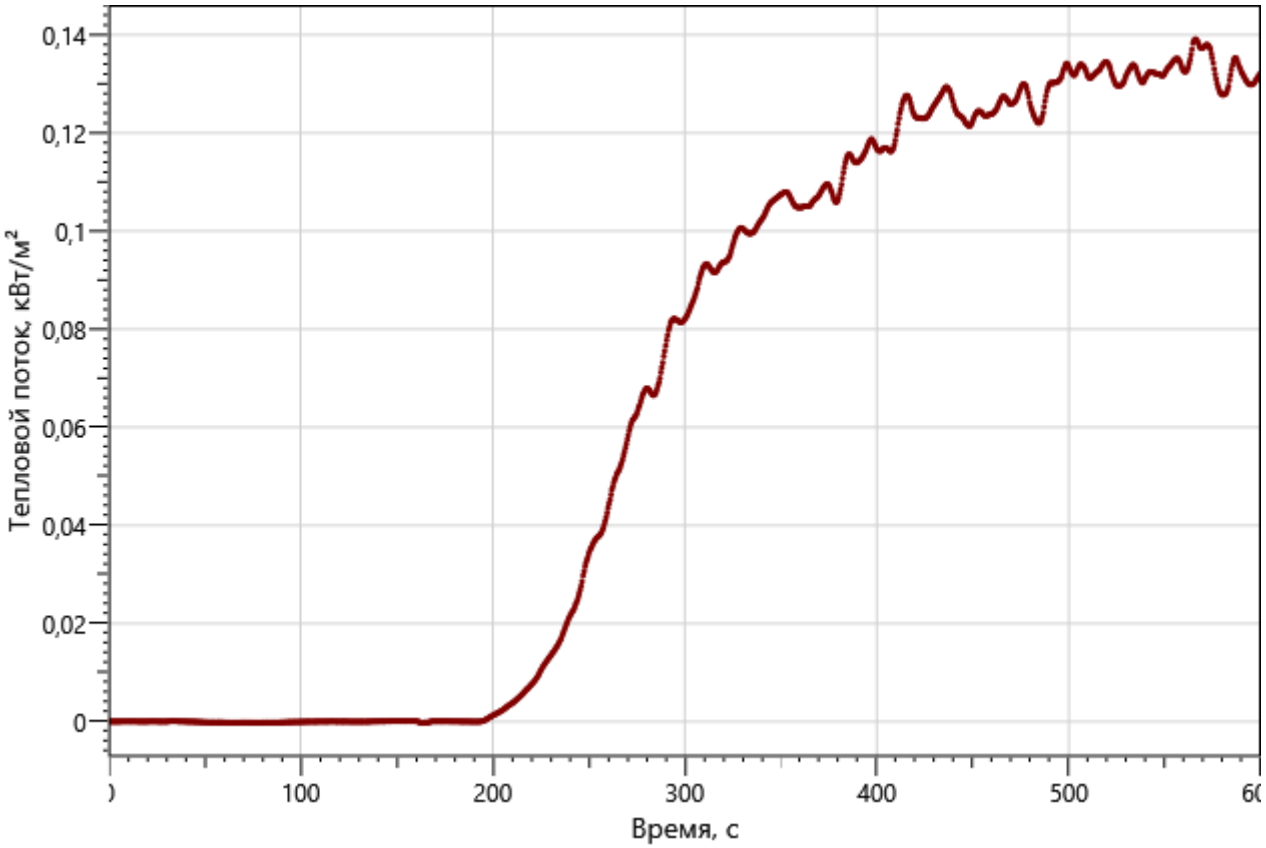


Рисунок 176 - Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

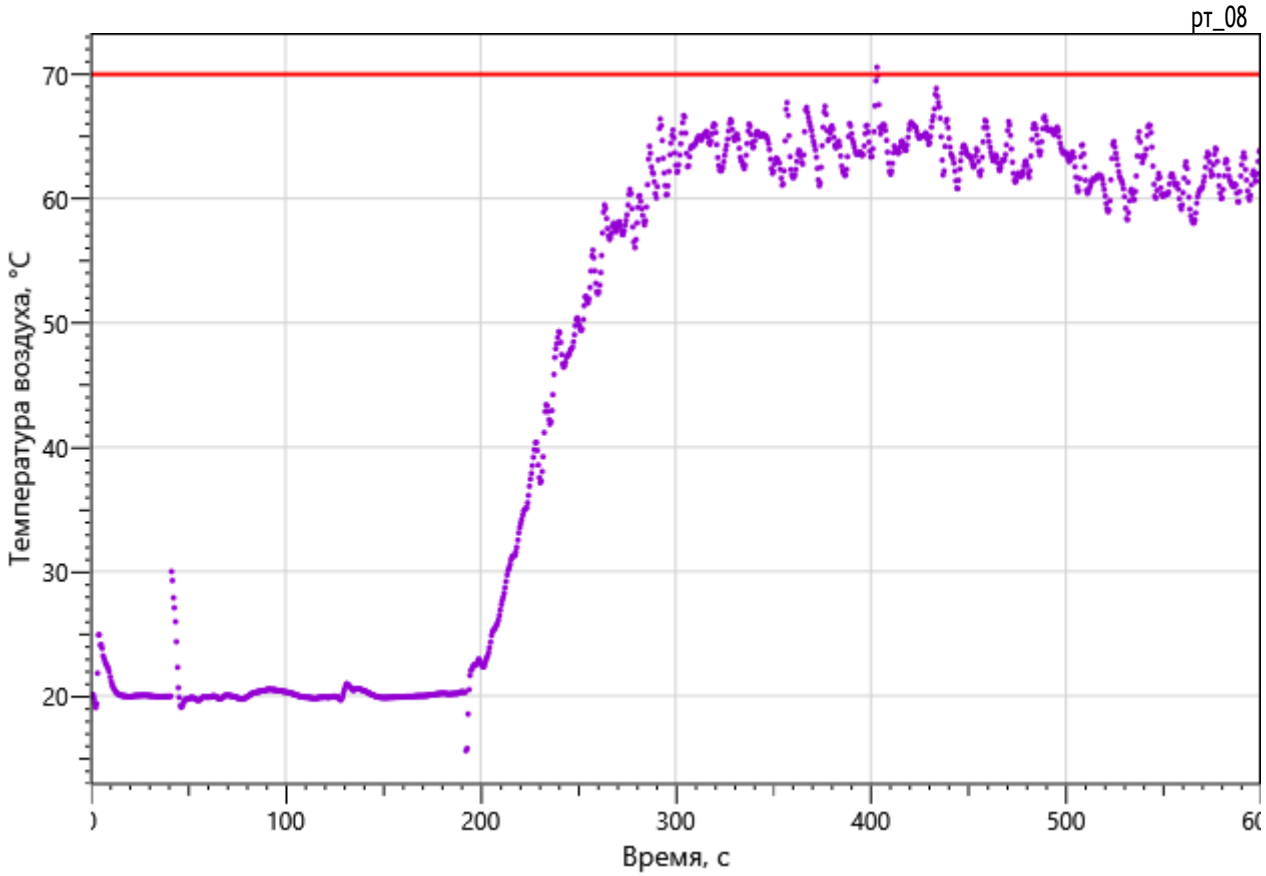


Рисунок 177 - Зависимость температуры от длительности пожара

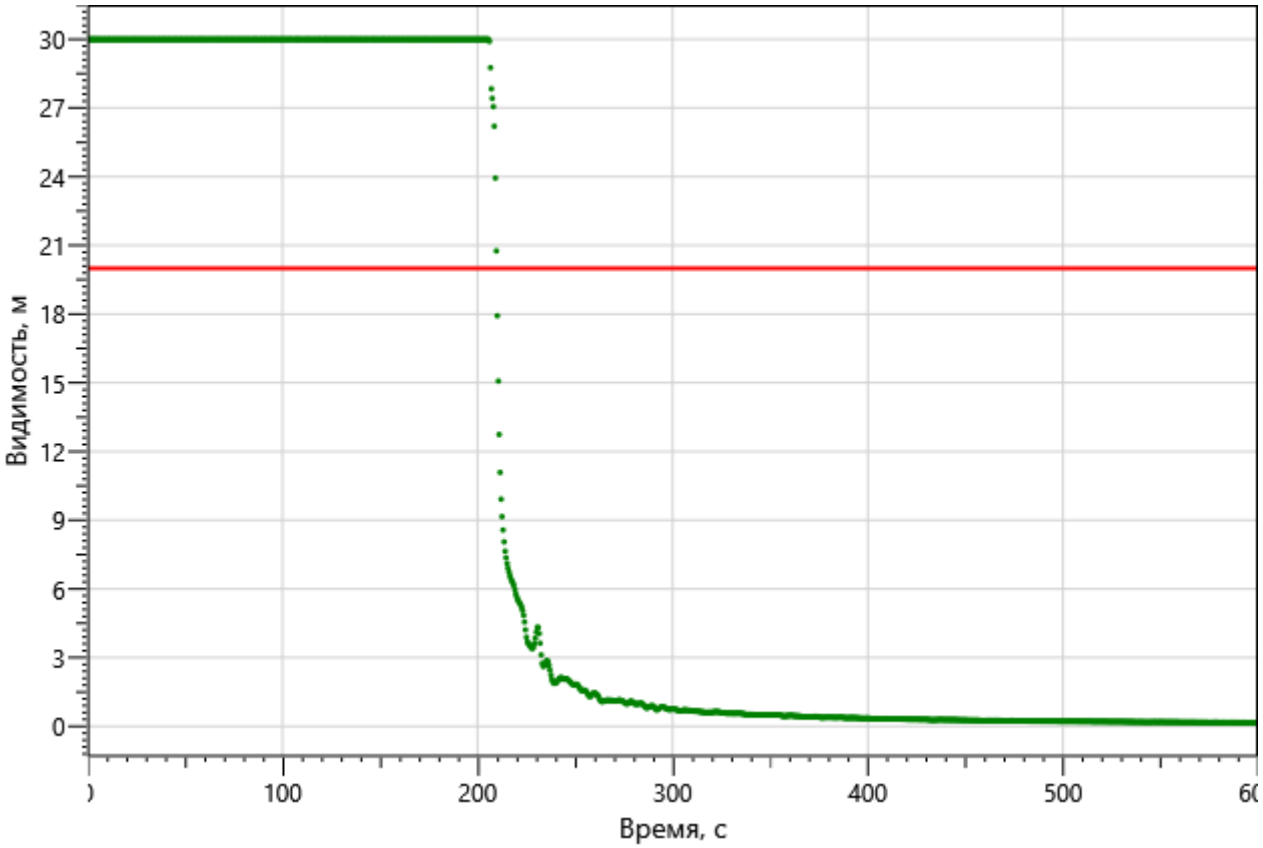


Рисунок 178 - Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

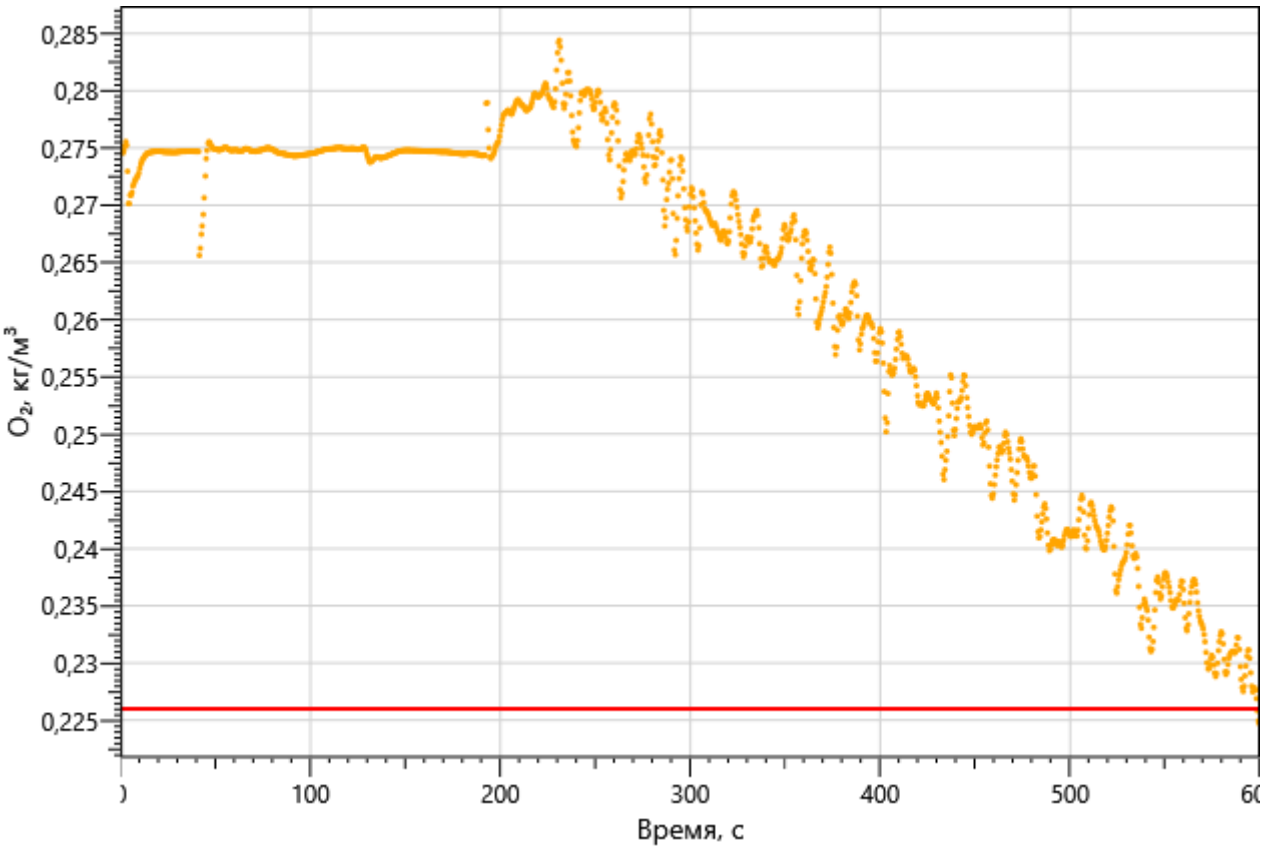


Рисунок 179 - Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

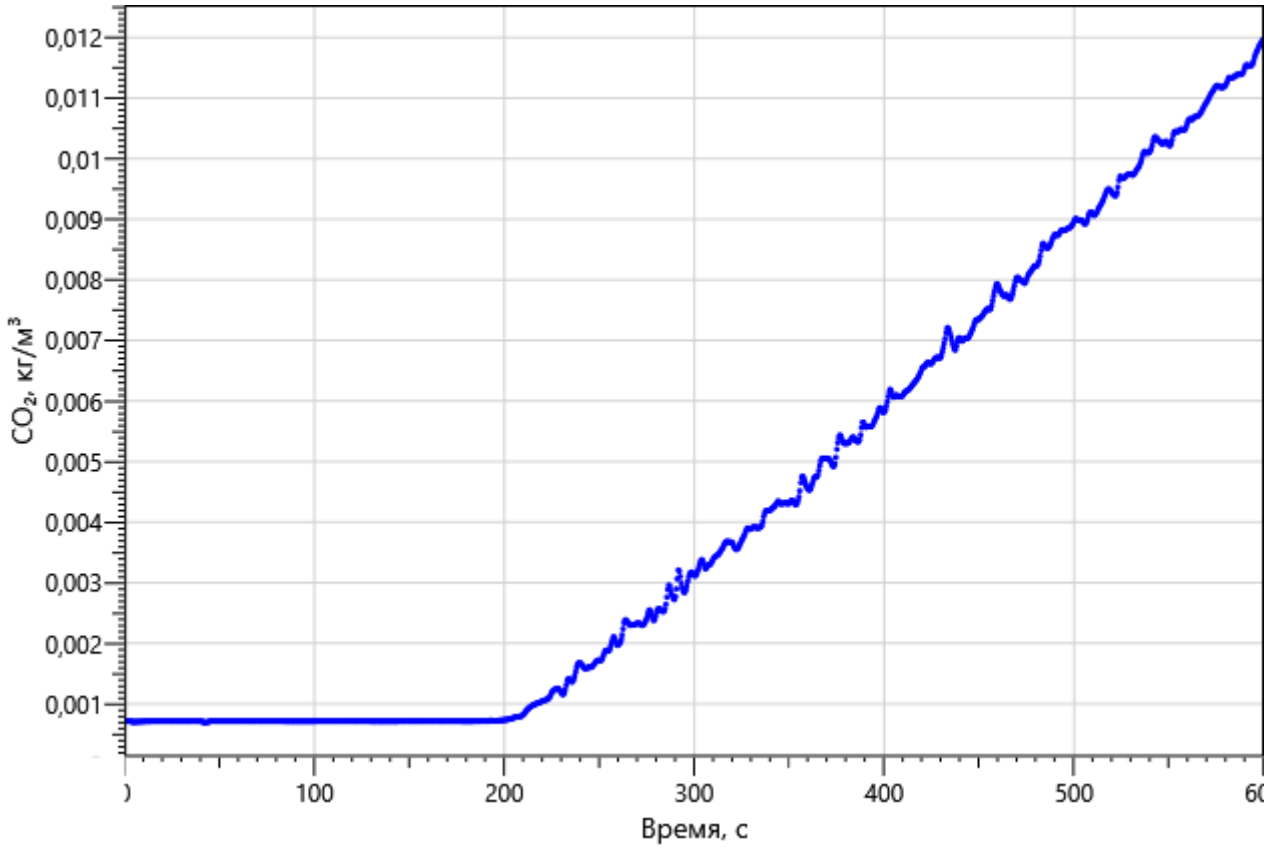


Рисунок 180 - Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

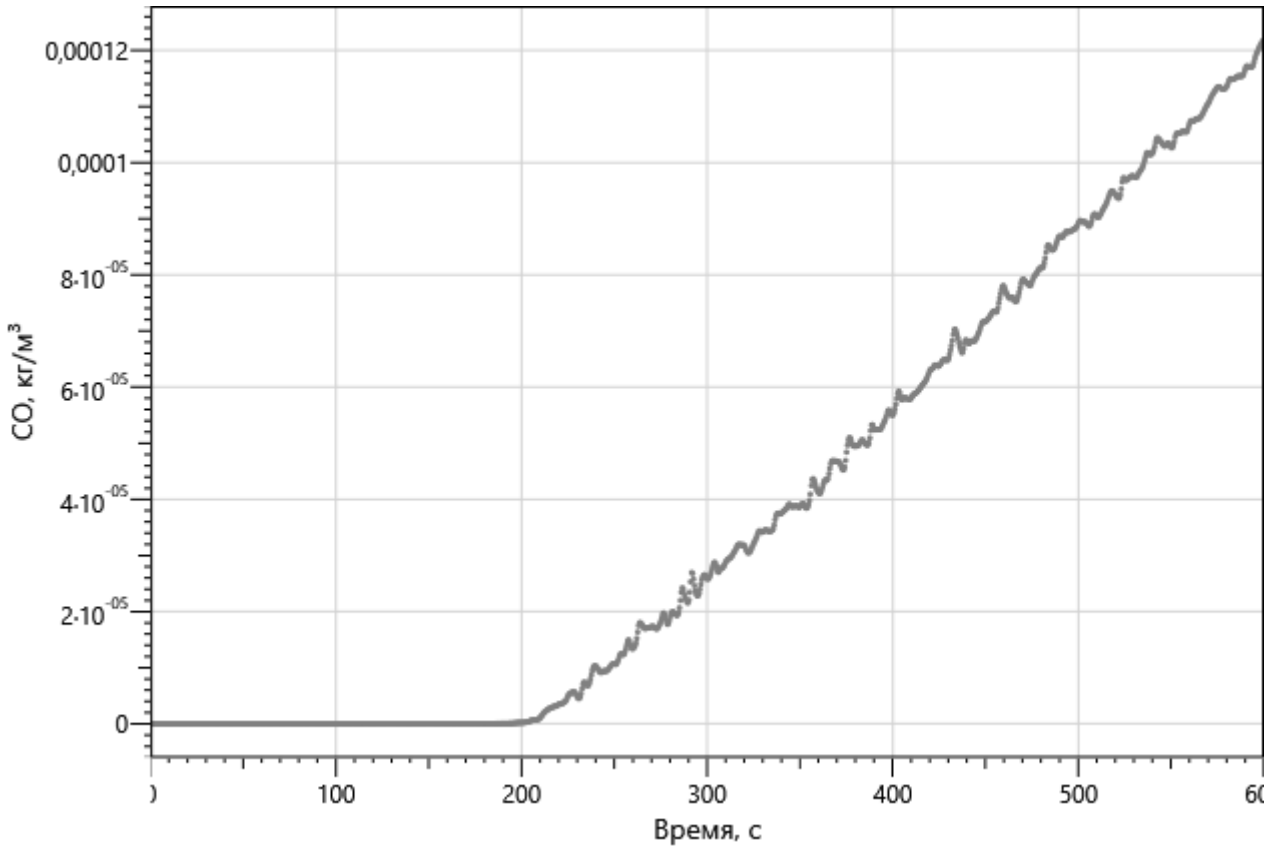


Рисунок 181 - Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

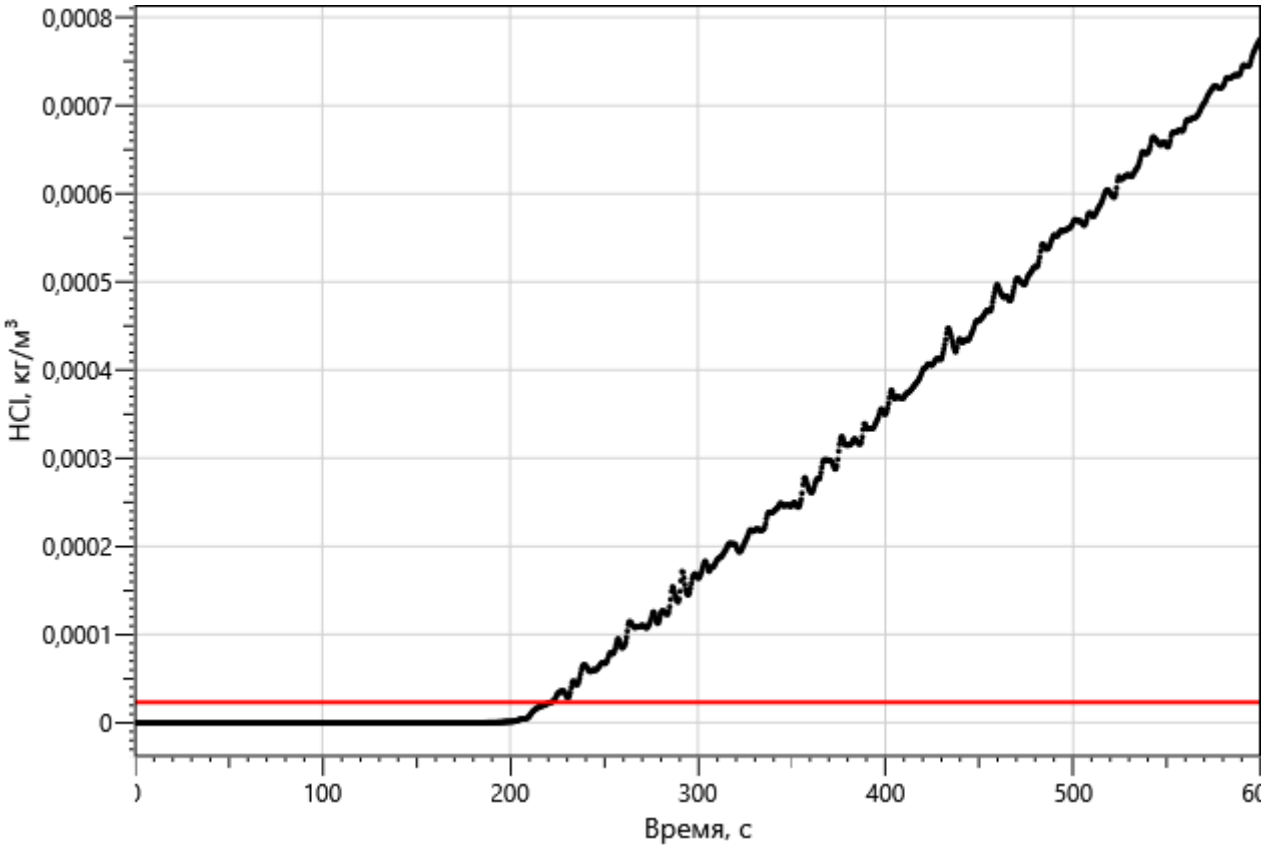


Рисунок 182 - Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

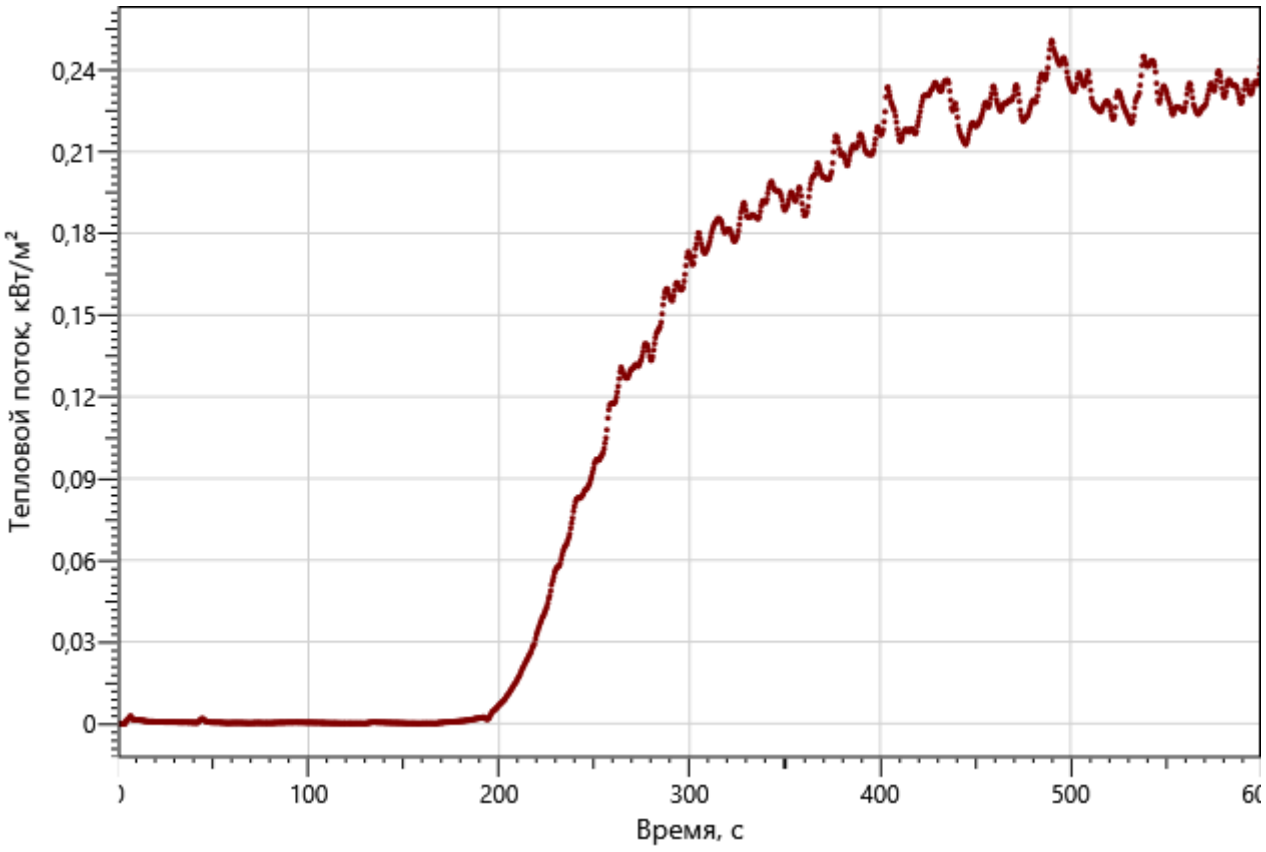


Рисунок 183 - Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

5.3.2. Определение расчетного времени эвакуации людей из здания (сценарий №3)

Пожар происходит в жилой квартире на 3-м этаже секции 3. ОФП распространяются по помещению и за его пределы, при этом создают угрозу блокирования эвакуационного выхода, ведущего на лестничную клетку и ПБЗ.

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

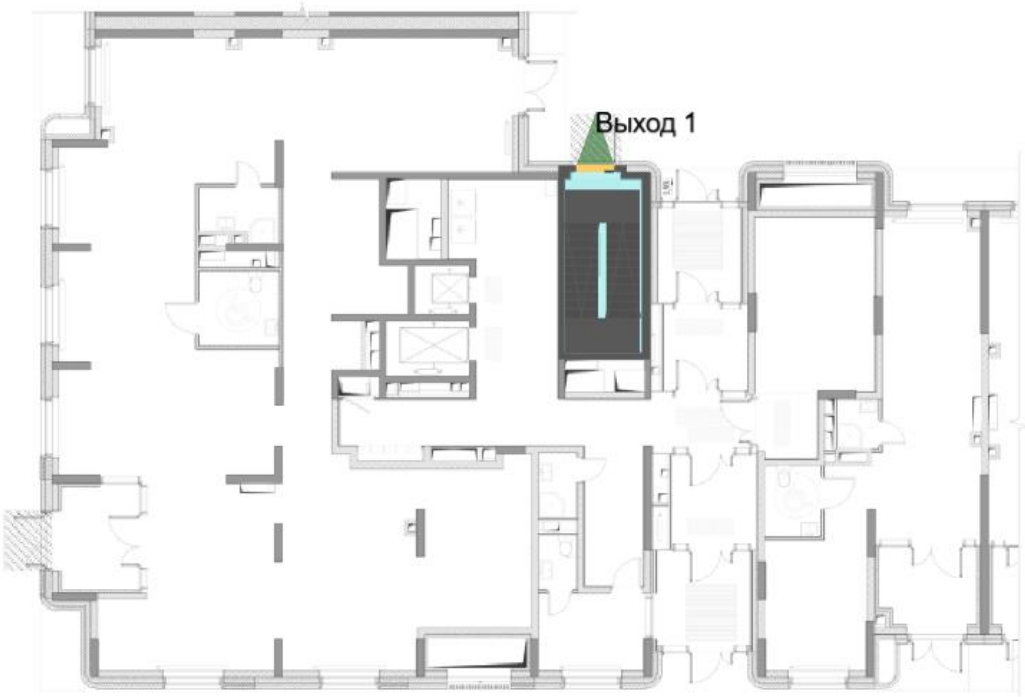


Рисунок 184 – План 1-го этажа и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации

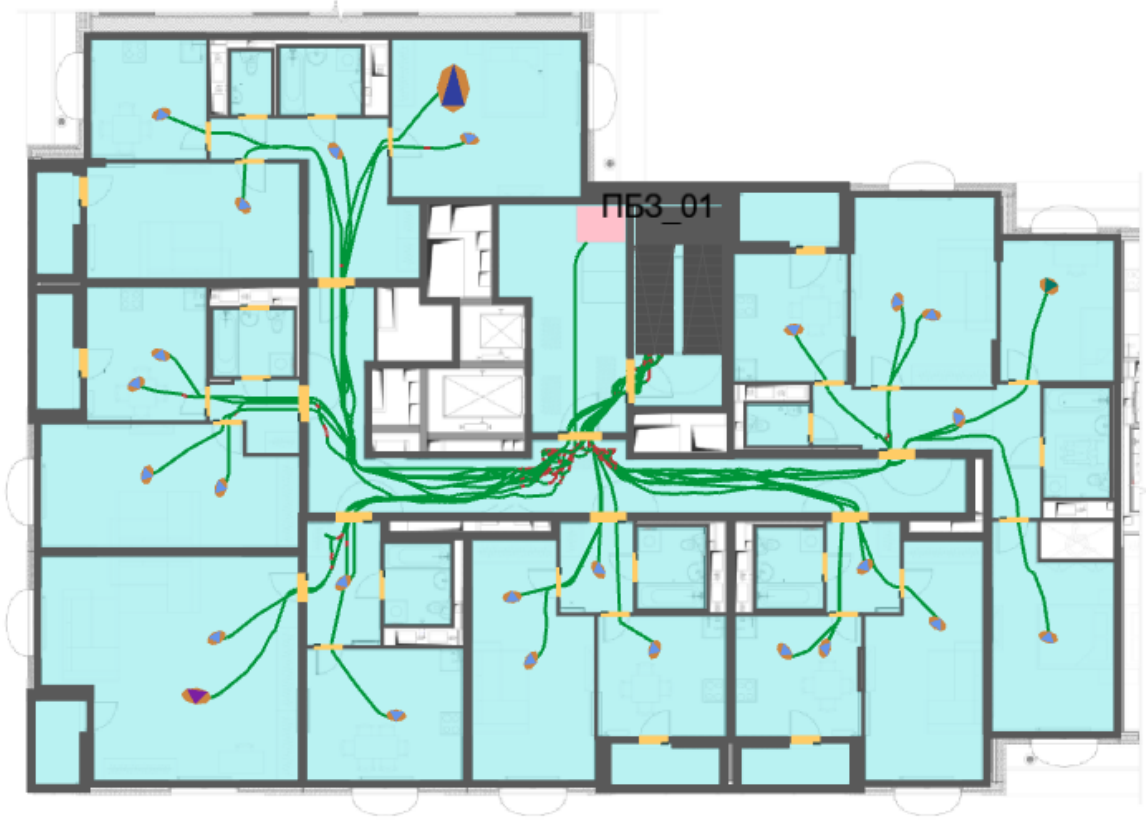


Рисунок 185 – План типового 2-3-го этажа и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации

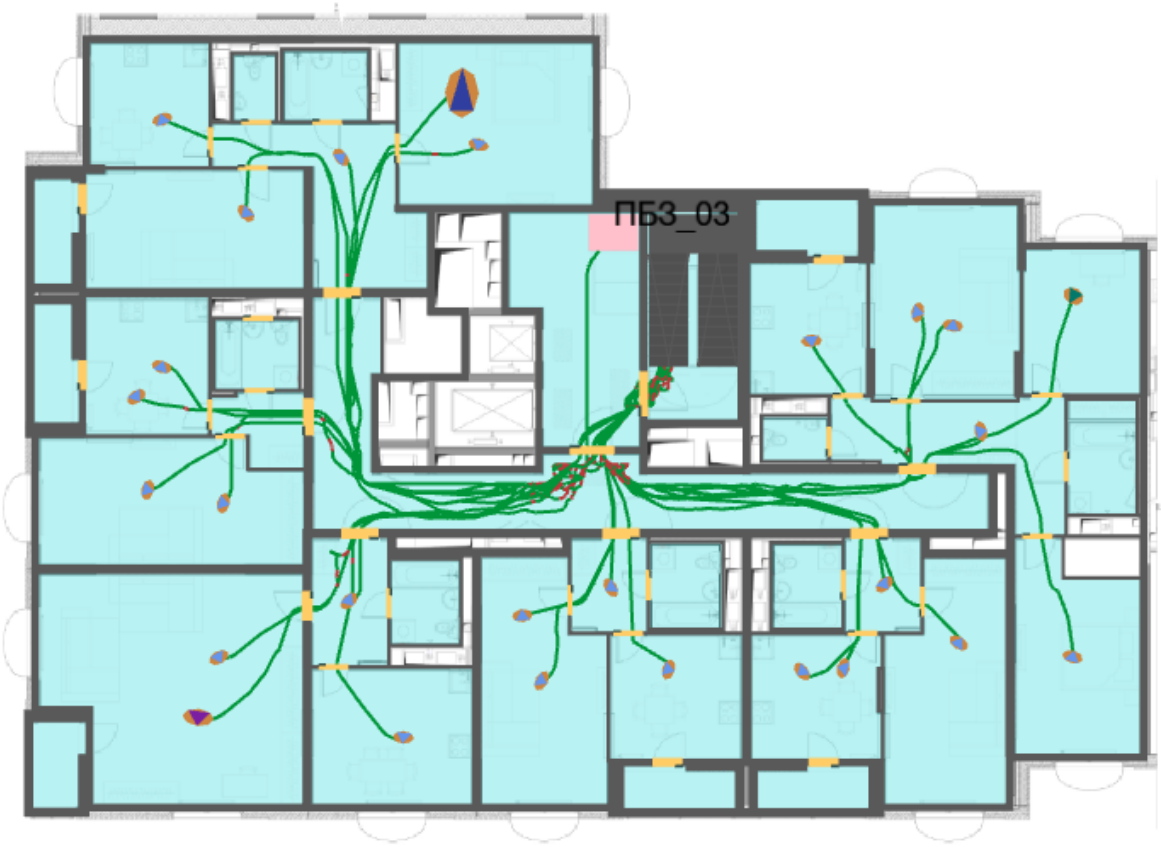


Рисунок 186 - План типового 4-10-го этажа и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации

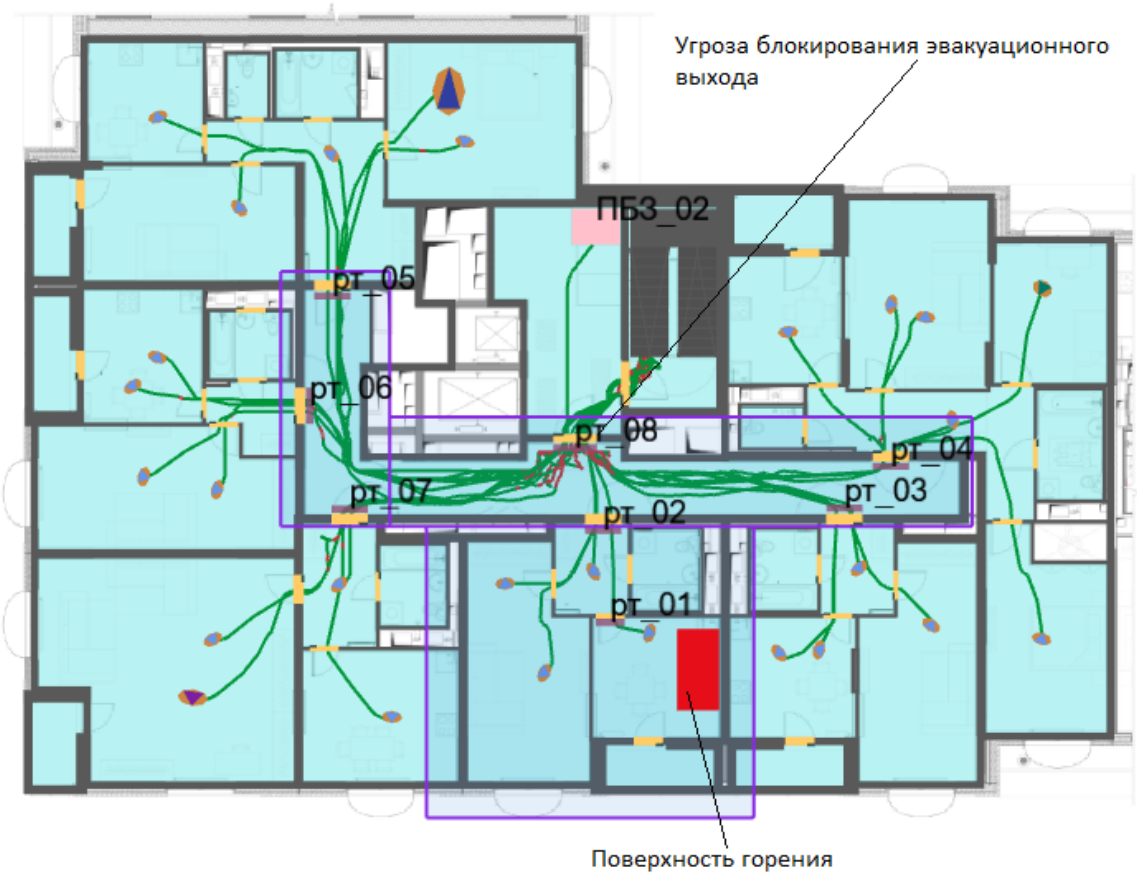


Рисунок 187 - План 3-го этажа и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации

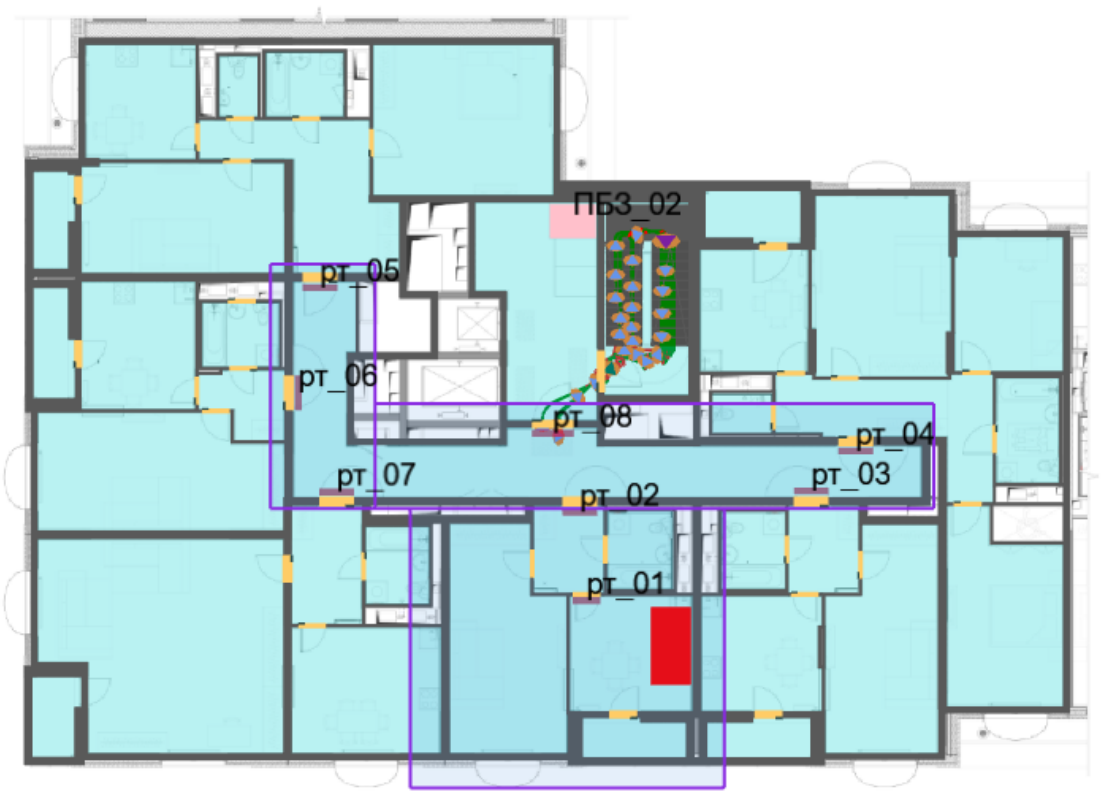


Рисунок 188 - План 3-го этажа и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации (расположение людей на момент полной эвакуации с этажа пожара - 2 мин. 45 сек.)

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:

- $t_{НЭ}$ = 5,1 с - для помещения очага пожара;
- tн.э. = 125,08 с - для всех остальных

Время достижения порогового значения срабатывания ИП: $t_{пор}$ = 45,08 с;

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

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

Время эвакуации: $t_Э = t_{НЭ} + t_Р$ = 482,8 с;

Время существования скоплений: $t_{СК}$ = 10 с;

Общее количество людей: 243;

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

– на 2-10 этаже: 24 человек контингента М0-7 (зимняя одежда), 1 человек контингента М4 (зимняя одежда), 1 человек контингента М3 (зимняя одежда), 1 человек контингента М2 (зимняя одежда);

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

Время эвакуации до эвакуационных выходов представлено в таблице ниже:

Таблица 29

Расположение	Наименование	Время первого, с	Время последнего, с	Количество людей
Этаж 1				
	Выход 1	54,8	482,8	234
Этаж 2-18				
	ПБЗ_01-ПБЗ_09	163,4	163,4	9

Время эвакуации через регистраторы представлено в таблице ниже.

Таблица 30

Расположение	Наименование	Время первого, с	Время последнего, с	Количество людей
Этаж 3				
Помещение 61	рт_01	6,2	6,2	1
Помещение 60	рт_02	6,4	11,2	4
Помещение 48	рт_03	127,2	134,2	4
	рт_04	128,4	139,8	6
	рт_05	130,2	138,2	5
	рт_06	130,8	135,0	4
	рт_07	128,0	135,6	4
	рт_08	9,4	165,0	27

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

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 3						
Помещение 61	рт_01	26,1	20,8	5,1	6,2	0,999
Помещение 60	рт_02	48,1	38,4	5,1	11,2	0,999
Помещение 48	рт_03	214,1	171,3	125,1	134,2	0,999
	рт_04	222,6	178,1	125,1	139,8	0,999
	рт_05	242,1	193,6	125,1	138,2	0,999
	рт_06	231,1	184,9	125,1	135,0	0,999
	рт_07	228,6	182,9	125,1	135,6	0,999
	рт_08	210,1	168,0	5,1	165,0	0,999

Результаты проведенных расчетов показывают, что максимальное расчетное время эвакуации с этажа пожара составит 2,75 мин. Время выхода из здания составляет 8,04 мин (Выход 1).

Максимальное время движения при плотности потока D больше 0,5 $м^2/м^2$ составляет 0,17 мин

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

Таблица 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	0,08	0,10	0,34	0,999	**Безопасно**
рт_02	0,08	0,18	0,64	0,999	**Безопасно**
рт_03	2,08	2,23	2,85	0,999	**Безопасно**
рт_04	2,08	2,33	2,96	0,999	**Безопасно**
рт_05	2,08	2,30	3,22	0,999	**Безопасно**
рт_06	2,08	2,25	3,08	0,999	**Безопасно**
рт_07	2,08	2,26	3,04	0,999	**Безопасно**
рт_08	0,08	2,75	2,80	0,999	**Безопасно**

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

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

5.3.4. Определение величины индивидуального пожарного риска (сценарий №3)

Частота возникновения пожаров в здании $2{,}60 \cdot 10^{-2}$.

Вероятность эффективного срабатывания систем противопожарной защиты:

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

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

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

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

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

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

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

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

Вероятность эвакуации $Р_{э,i,j}$ рассчитывают по зависимости:

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

и равна $Р_{э,i,j}$ = 0,999.

Расчетная величина индивидуального пожарного риска R_i рассчитывается по формуле:

$$R_{,i} = Qn,I \cdot (1 - К_{ап,i}) \cdot Р_{пр,I} \cdot (1 - Р_{э,i}) \cdot (1 - К_{п.з,i}) \text{ и равна}$$

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

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

Таблица 33

№ сценария пожара	Группа эвакуируемого контингента	Вероятность присутствия и спасения людей	Вероятность возникновения пожара	Вероятность эвакуации	Коэффициент соответствия системы противопожарной защиты, $К_{пз,i}$	Расчетная величина пожарного риска для группы эвакуируемого контингента	Расчетная величина пожарного риска
3 (Секция 3)	М0-7 (зимняя одежда)	$Р_{пр,i}$ = 1	$2{,}60 \cdot 10^{-2}$	0,999	0,8704	$0{,}33 \cdot 10^{-6}$	$0{,}33 \cdot 10^{-6}$
	Пожилые немощные люди	$Р_{пр,i}$ = 1	$2{,}60 \cdot 10^{-2}$	0,999	0,8704	$0{,}33 \cdot 10^{-6}$	
	Люди с поражением ОДА (1 опора)	$Р_{пр,i}$ = 1	$2{,}60 \cdot 10^{-2}$	0,999	0,8704	$0{,}33 \cdot 10^{-6}$	

	Инвалиды на креслах-колясках	$P_{пр,i} = 1$	$2{,}60 \cdot 10^{-2}$	0,999	0,8704	$0{,}33 \cdot 10^{-6}$	

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

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

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

5.4. Сценарий №4 (Секция 5)

5.4.1. Расчет времени блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара (сценарий №4)

Пожар происходит в жилой квартире на 20-м этаже секции 5. ОФП распространяются по помещению и за его пределы, при этом создают угрозу блокирования эвакуационного выхода, ведущего на лестничную клетку и ПБ3.

Дверь помещения очага пожара, а также двери на путях эвакуации принимались открытыми. Двери в смежные помещения принимались закрытыми. Размер ячейки области расчета, используемой в сценарии равен 0,25м. Высота этажа пожара (от пола до потолка) и помещения очага пожара равна 2,72 м.

При моделировании пожара была учтена работа противодымной вентиляции: система дымоудаления (ДВ2.5.1 = 15862 м^3/ч), система приточной противодымной вентиляции (ДП2.5.1 = 8500 м3/ч).

Время срабатывания систем ПДВ с момента срабатывания СПС:

- противодымная вентиляция – 60 секунд;
- приточная вентиляция – 80 секунд.

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 189 – Компьютерная модель 1-го этажа



Рисунок 190 - Компьютерная модель типового 2-24-го этажа



Рисунок 191 - Компьютерная модель 20-го этажа с поверхностью горения и нанесенными расчетными точками

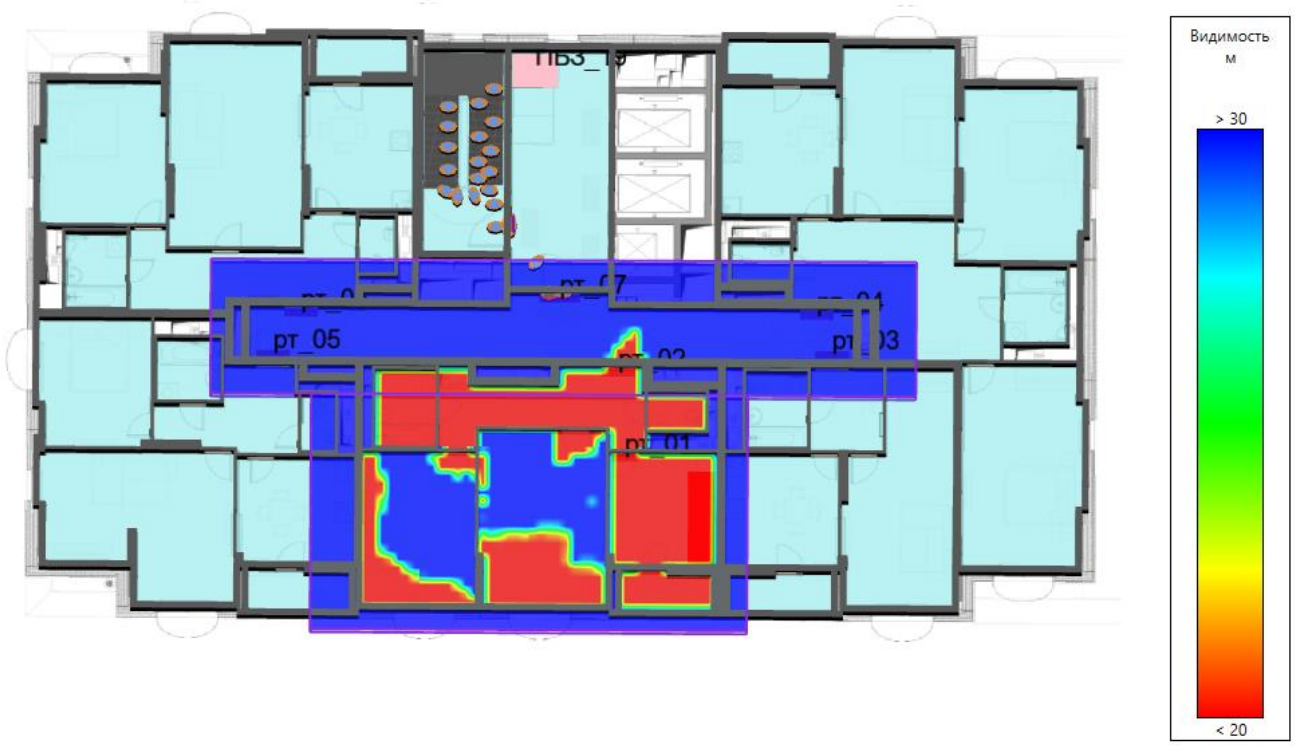


Рисунок 192 - Компьютерная 3D модель 20-го этажа с предполагаемой поверхностью горения и нанесенными расчётными точками (плотность дыма на момент полной эвакуации людей с этажа пожара - 2 мин.44 сек.)

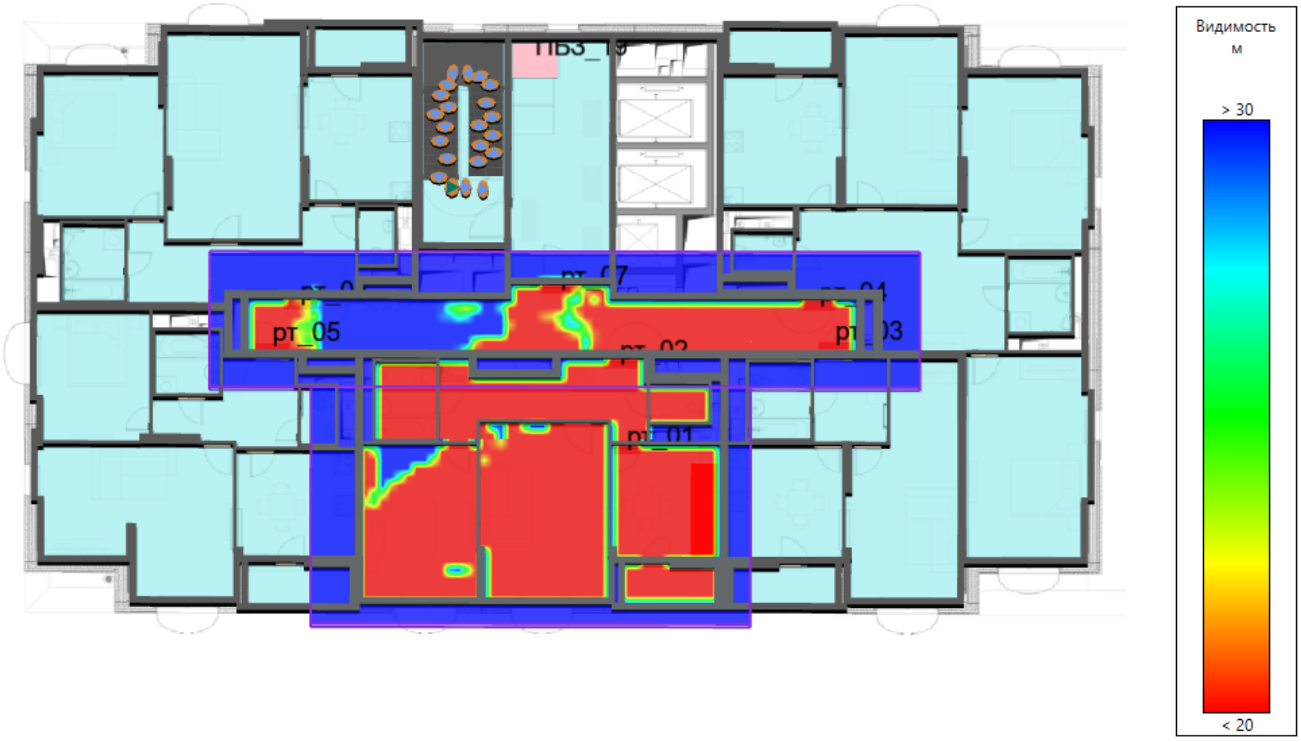


Рисунок 193 - Компьютерная 3D модель 20-го этажа с предполагаемой поверхностью горения и нанесенными расчётными точками (плотность дыма на момент наступления ОФП до рт_07 - 3 мин.30 сек.)

$R_n = V_л \cdot t_{св}$- расстояние (радиус), на которое распространится фронт за $t_{св}$.
При круговом распространении пламени$S = \pi \cdot r^2$.
При прямоугольном распространении пламени$S = a \cdot b$.

Исходя из максимального времени эвакуации с этажа пожара 2,74 мин, принимаем время свободного горения с учетом коэффициента запаса 3,42 мин.

$$R_n = 0{,}0108 \frac{м}{с} \cdot 164{,}0\ сек. \cdot 1{,}25 = 2{,}21\ м$$

$$S = 3{,}14 \cdot 2{,}21^2 = 15{,}33\ м^2$$

Параметры горючей нагрузки (Мебель + бытовые изделия (здание I-II ст. огнест.)), использовавшейся при моделировании представлены в таблице ниже.

Таблица 34

Параметр	Единица измерения	Значение
Низшая теплота сгорания	кДж/кг	13800
Линейная скорость распространения пламени	м/с	0,0108
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 35

Расположение	Наименование	Время блокирования по каждому ОФП, с						
		Температура воздуха	Тепловой поток	Видимость	O_2	CO_2	CO	HCl
Этаж 3								
Помещение 684	рт_01	47,5	77,5	23,5	47	>600	>600	31
Помещение 686	рт_02	79	>600	38	79	>600	>600	47,5
Помещение 670	рт_03	>600	>600	189	281,5	>600	>600	197,5
	рт_04	>600	>600	192,5	293,5	>600	>600	201,5
	рт_05	>600	>600	200	321,5	>600	>600	211
	рт_06	>600	>600	199,5	312,5	>600	>600	214,5
	рт_07	>600	>600	206	325	>600	>600	222

Ниже представлены графики изменения опасных факторов пожара для регистраторов:

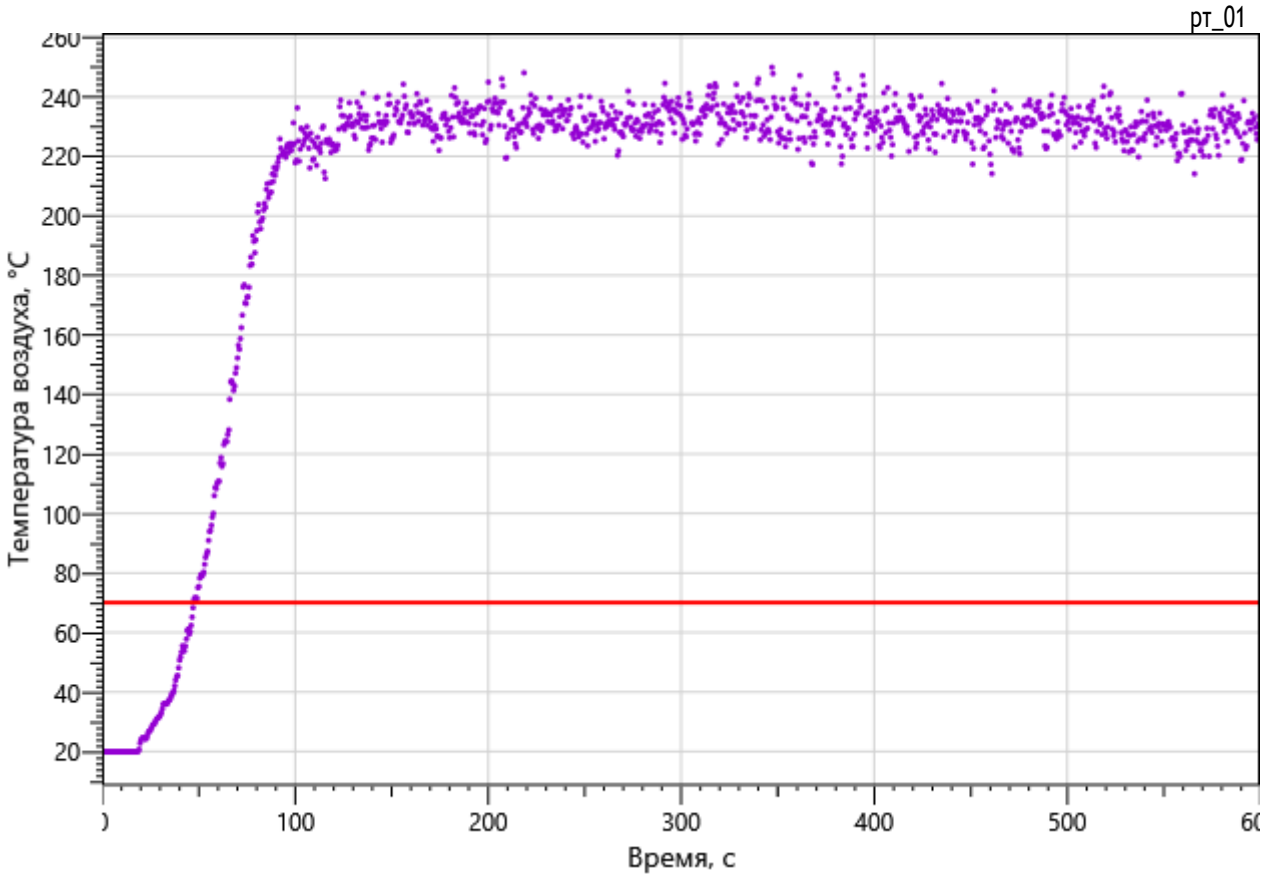


Рисунок 194 - Зависимость температуры от длительности пожара

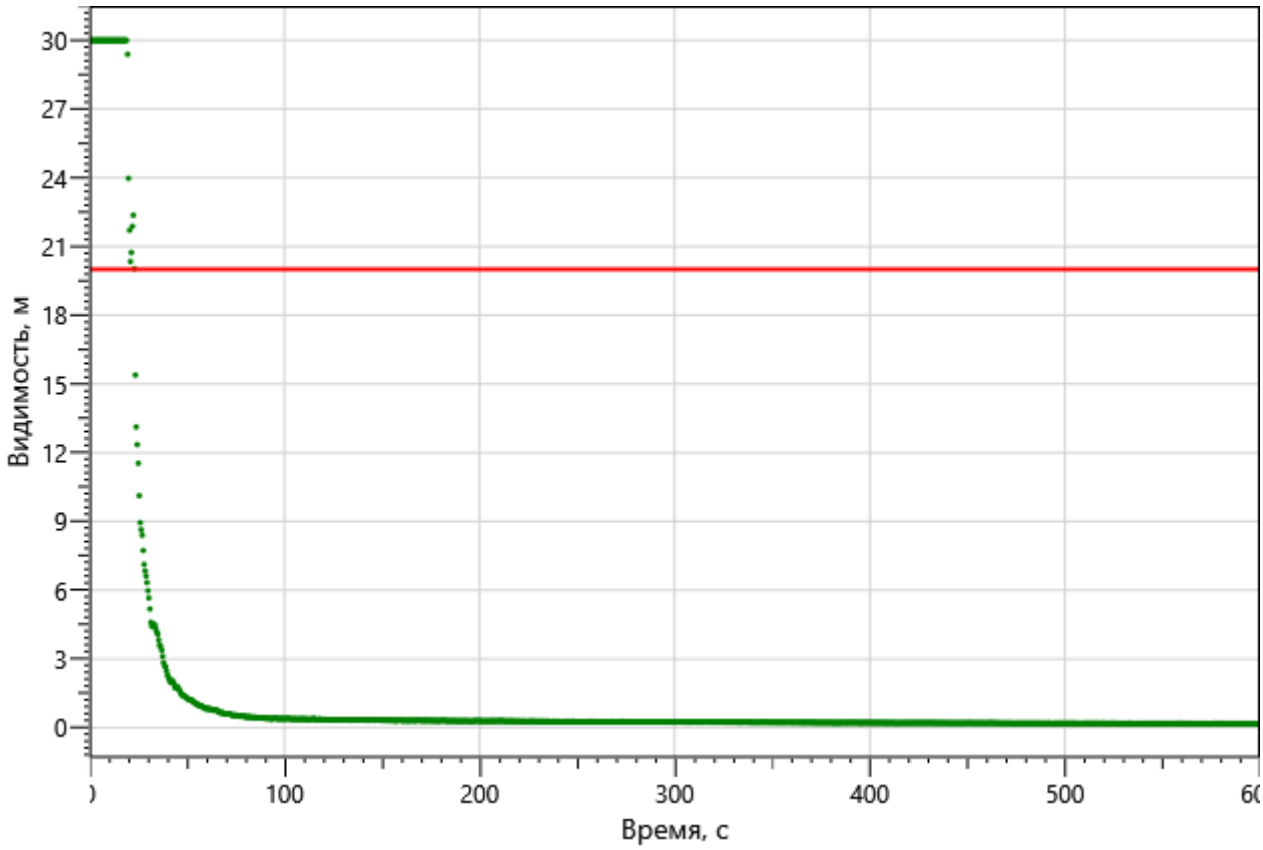


Рисунок 195 - Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

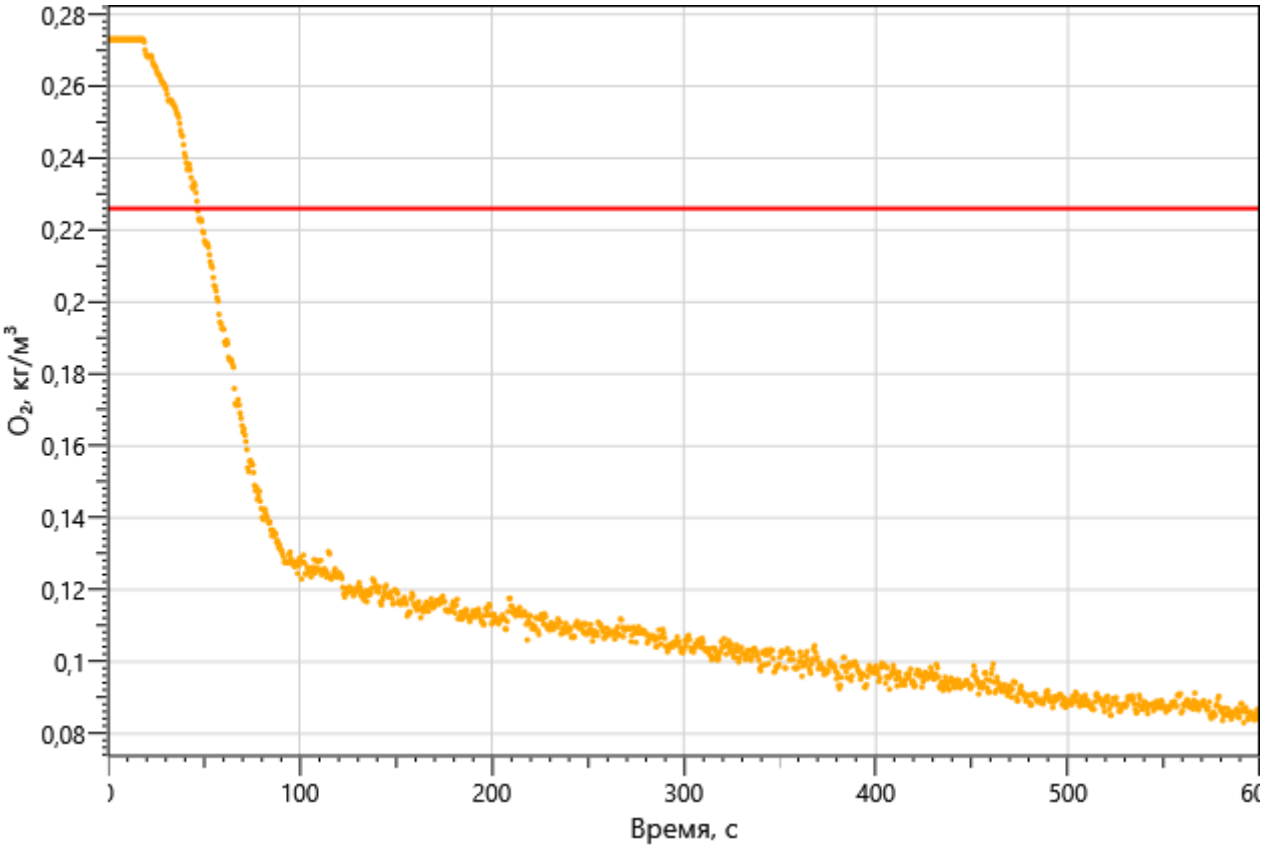


Рисунок 196 - Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

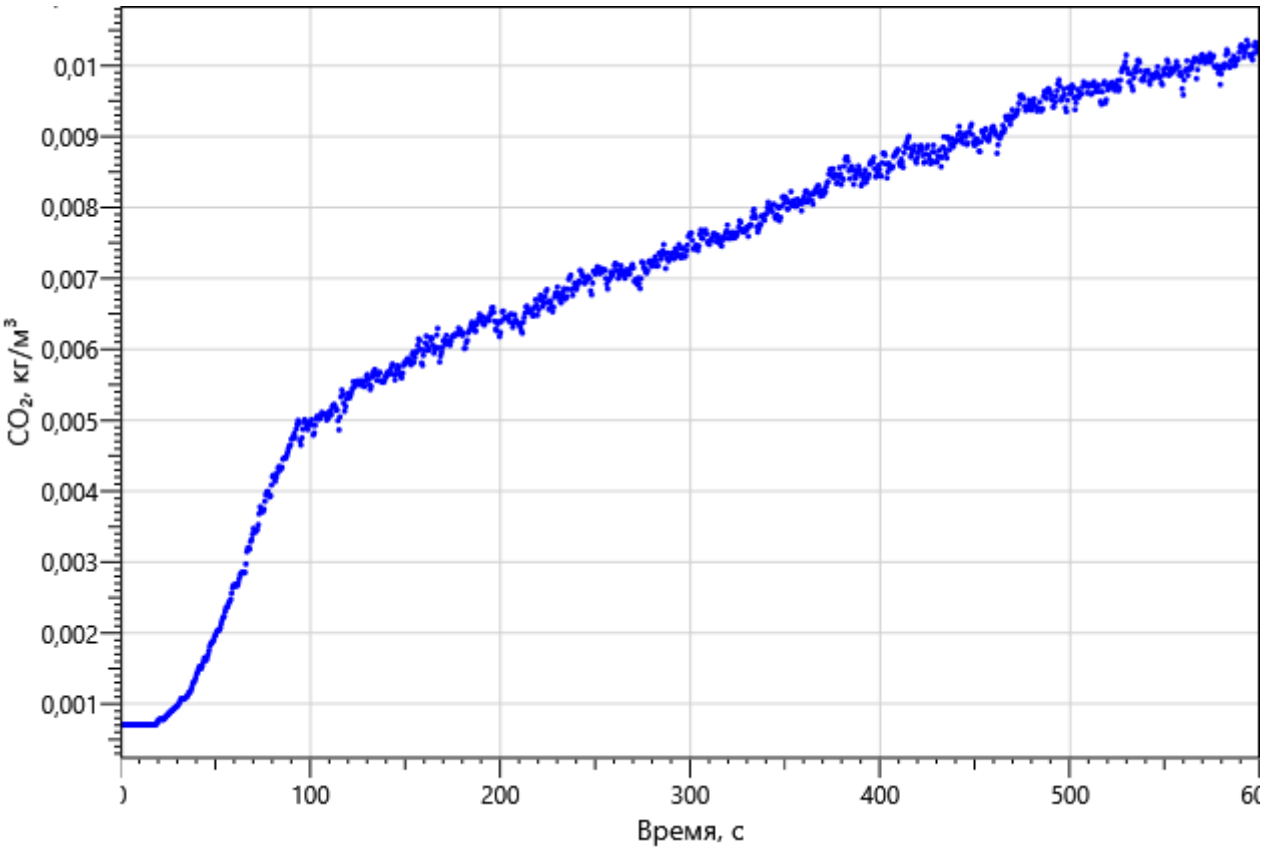


Рисунок 197 - Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

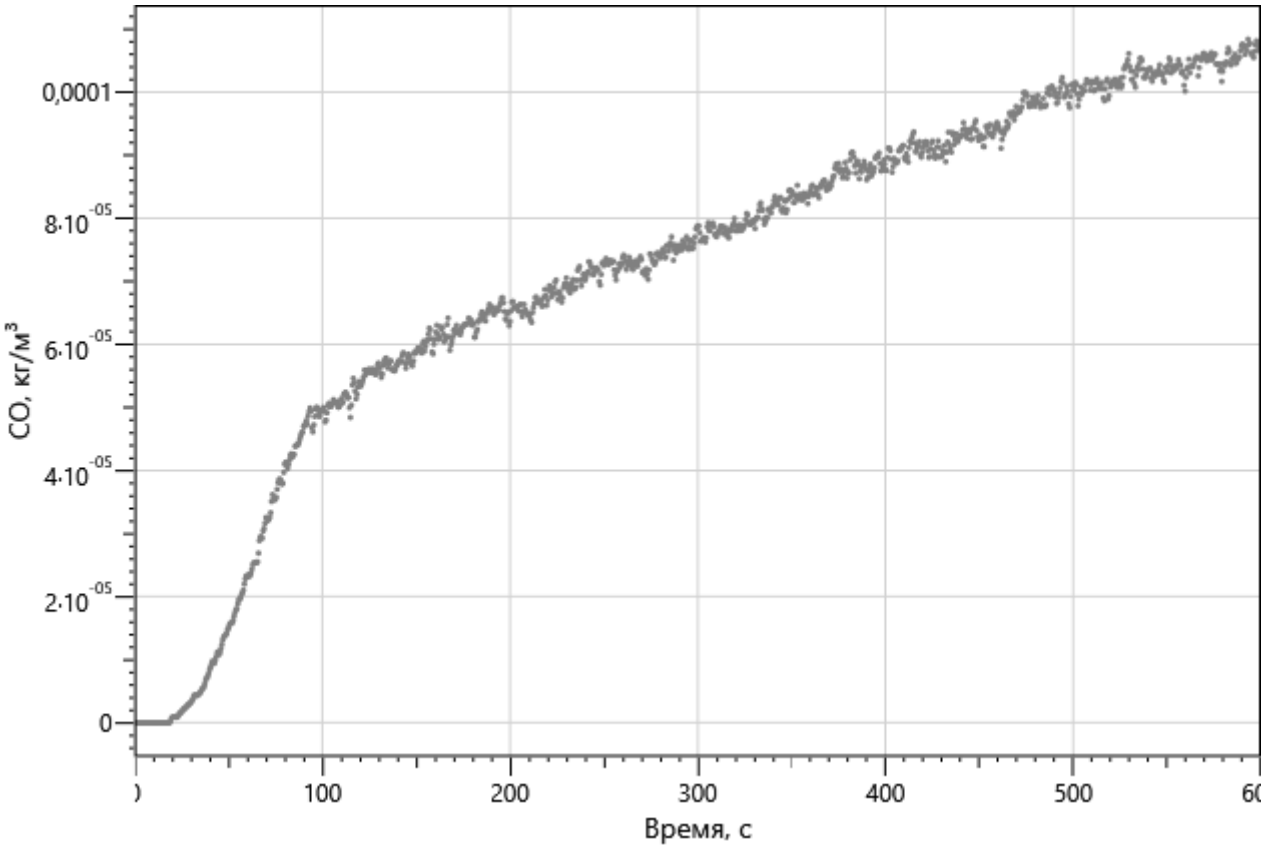


Рисунок 198 - Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

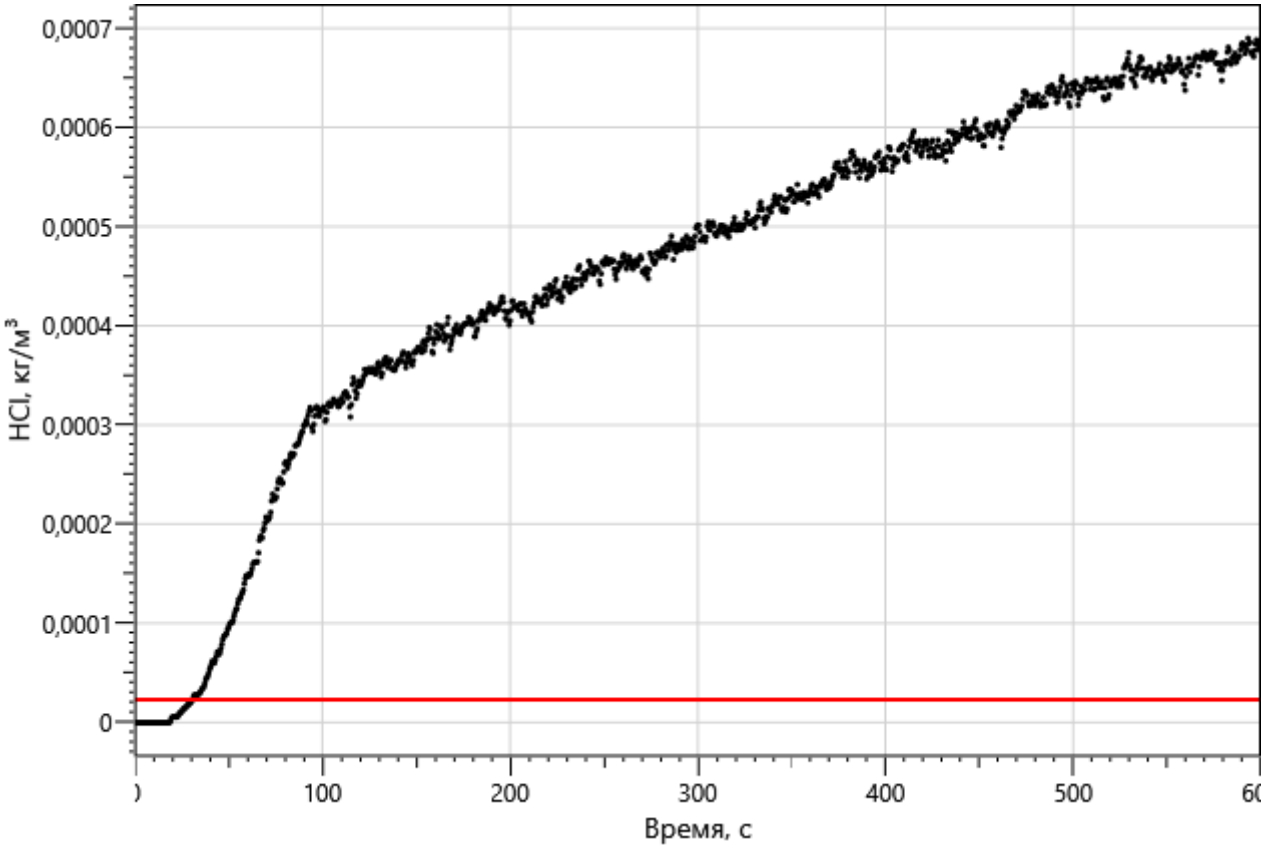


Рисунок 199 - Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

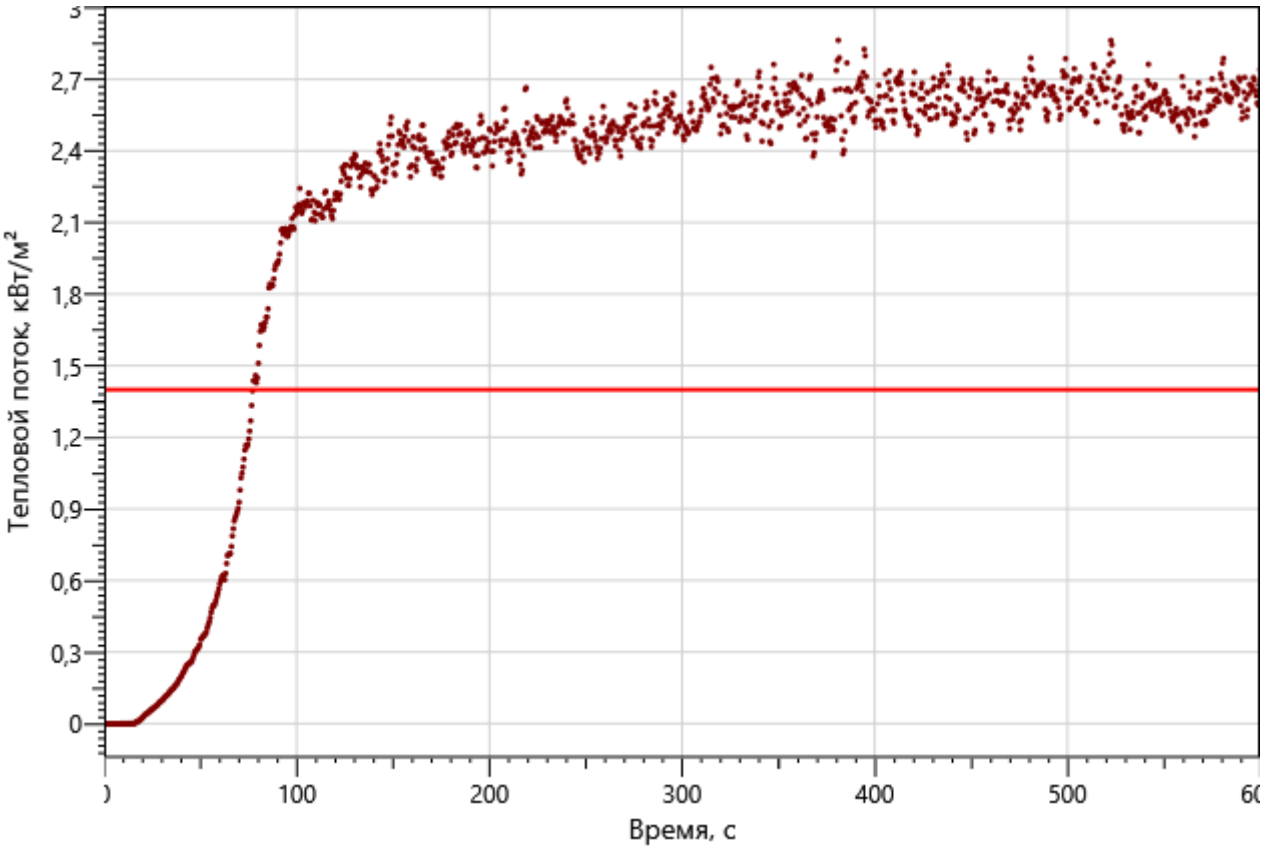


Рисунок 200 - Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

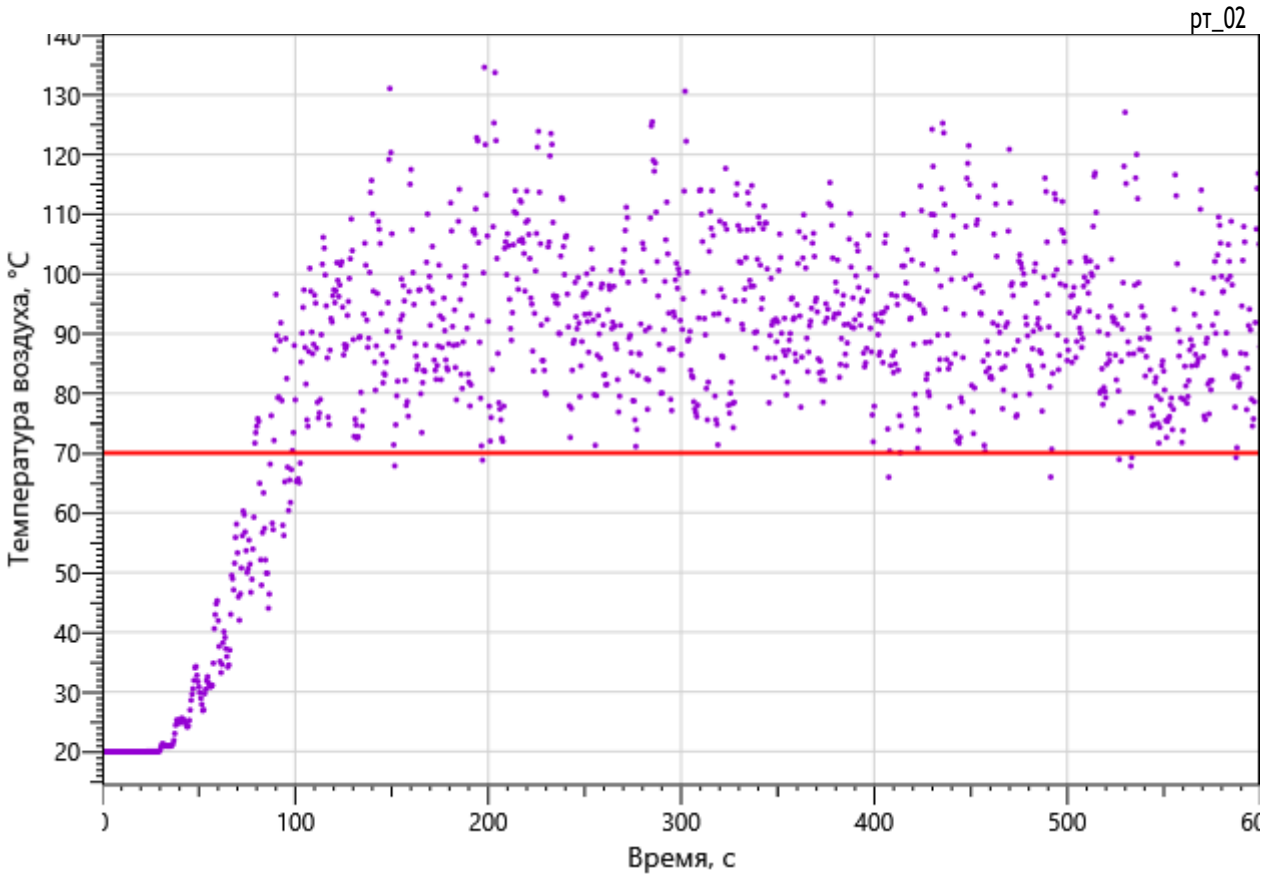


Рисунок 201 - Зависимость температуры от длительности пожара

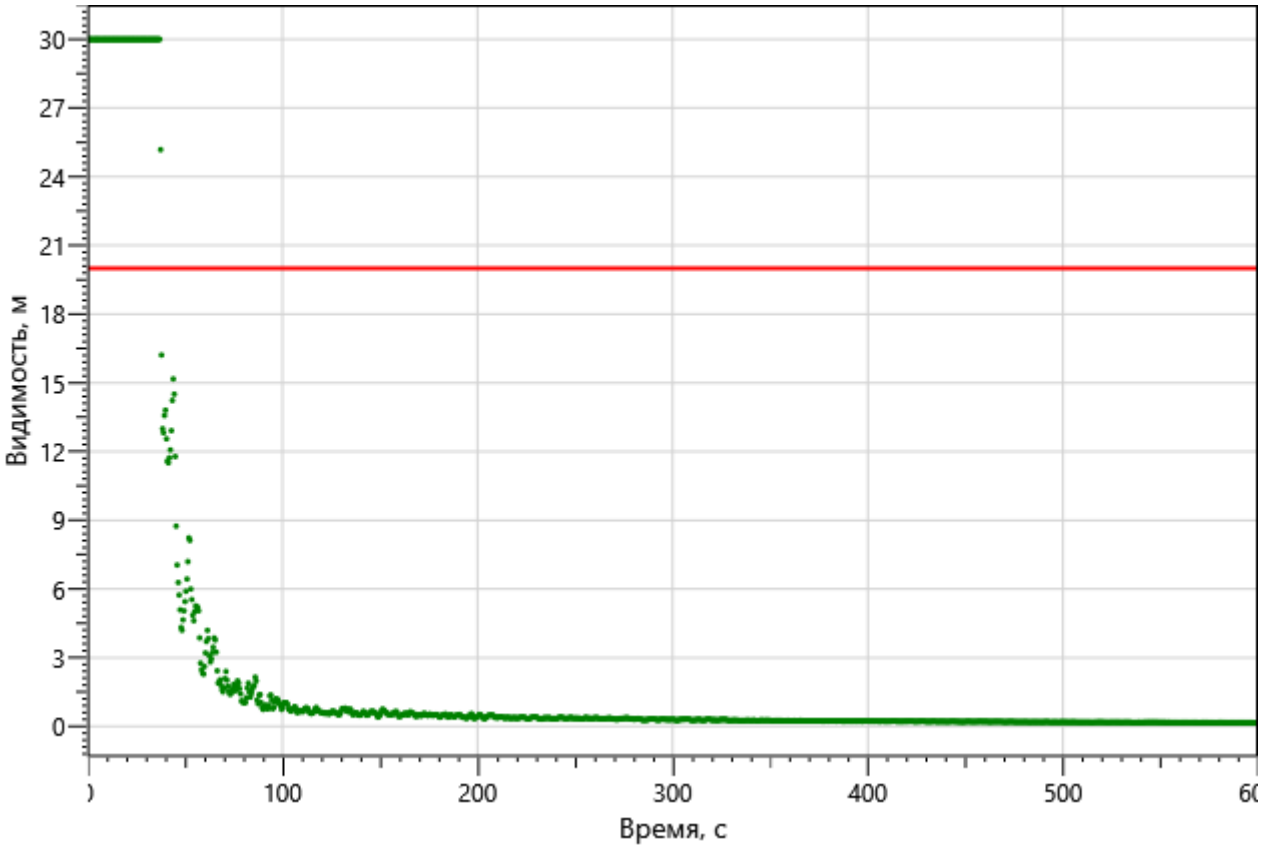


Рисунок 202 - Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

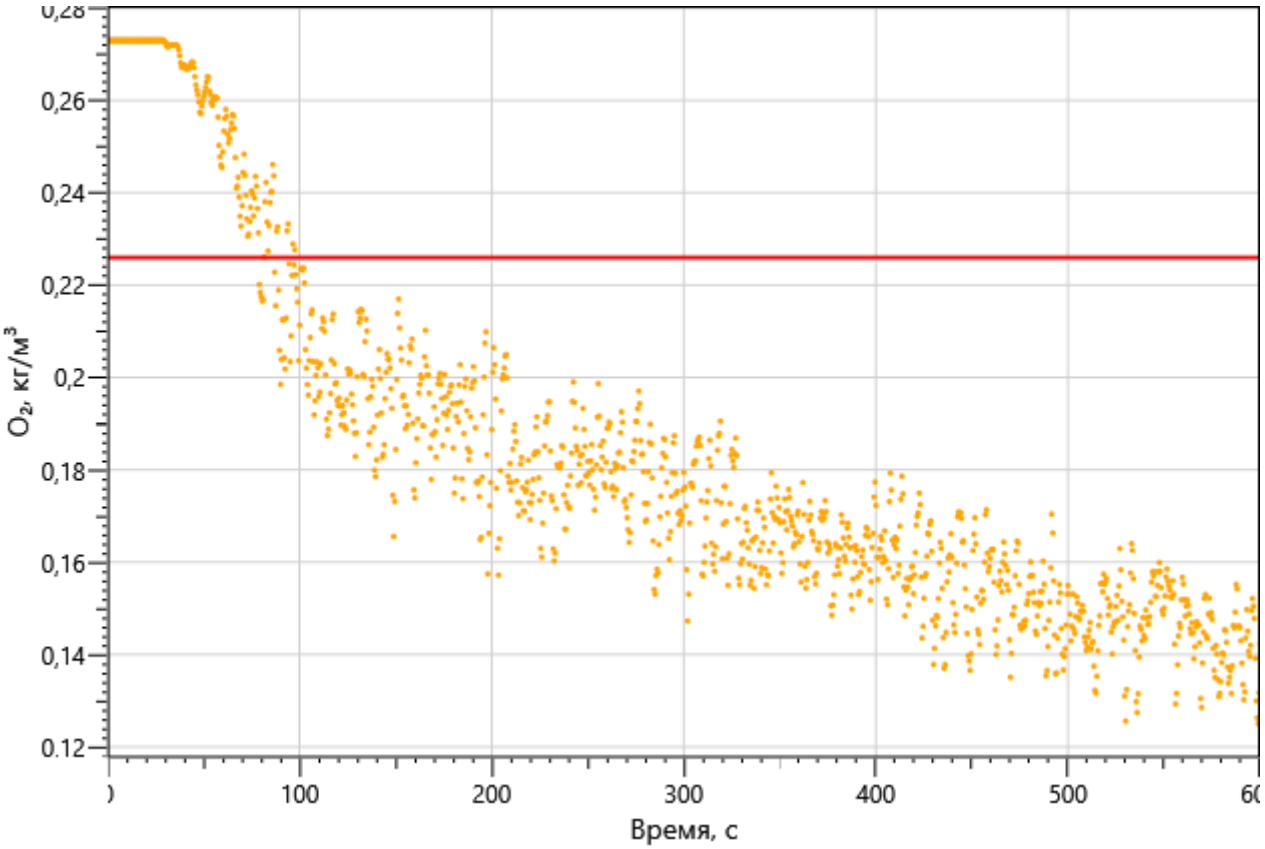


Рисунок 203 - Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

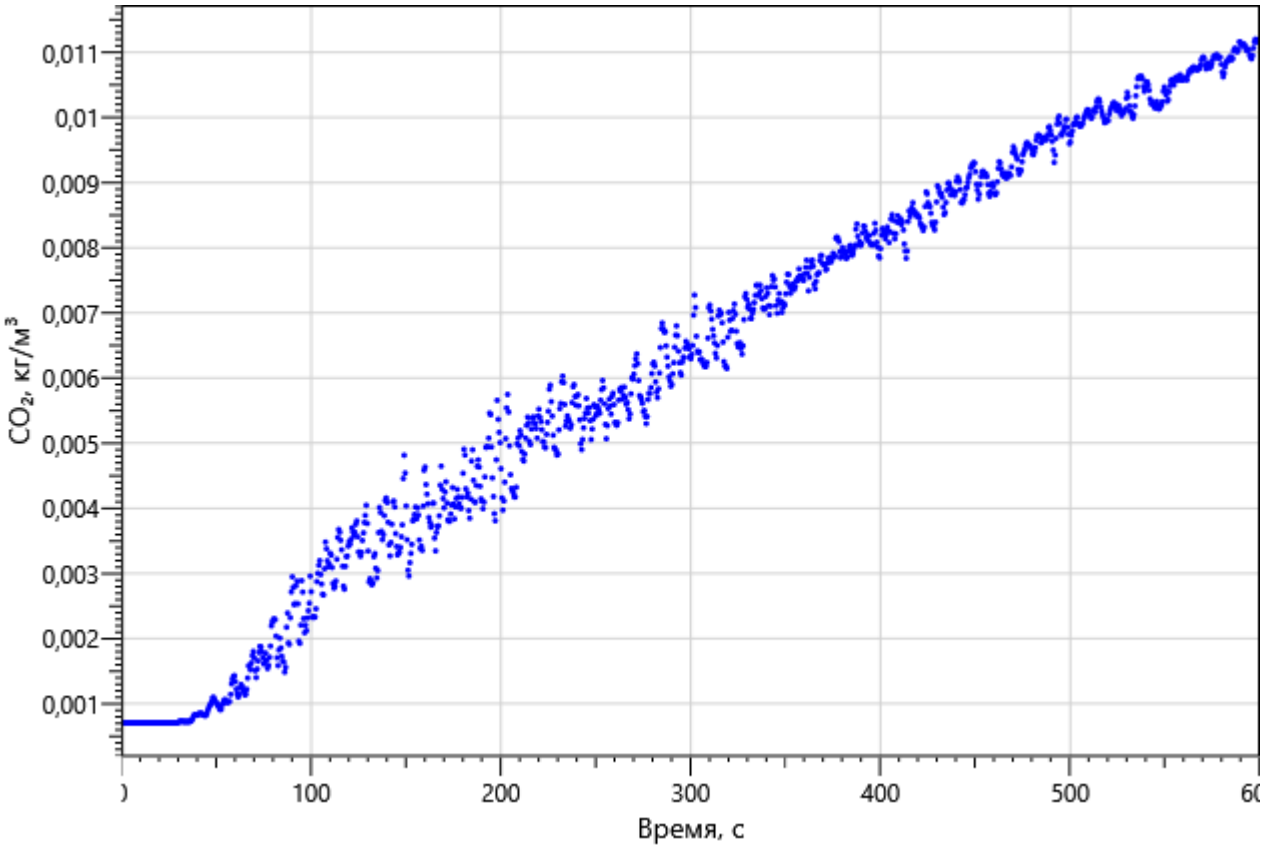


Рисунок 204 - Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

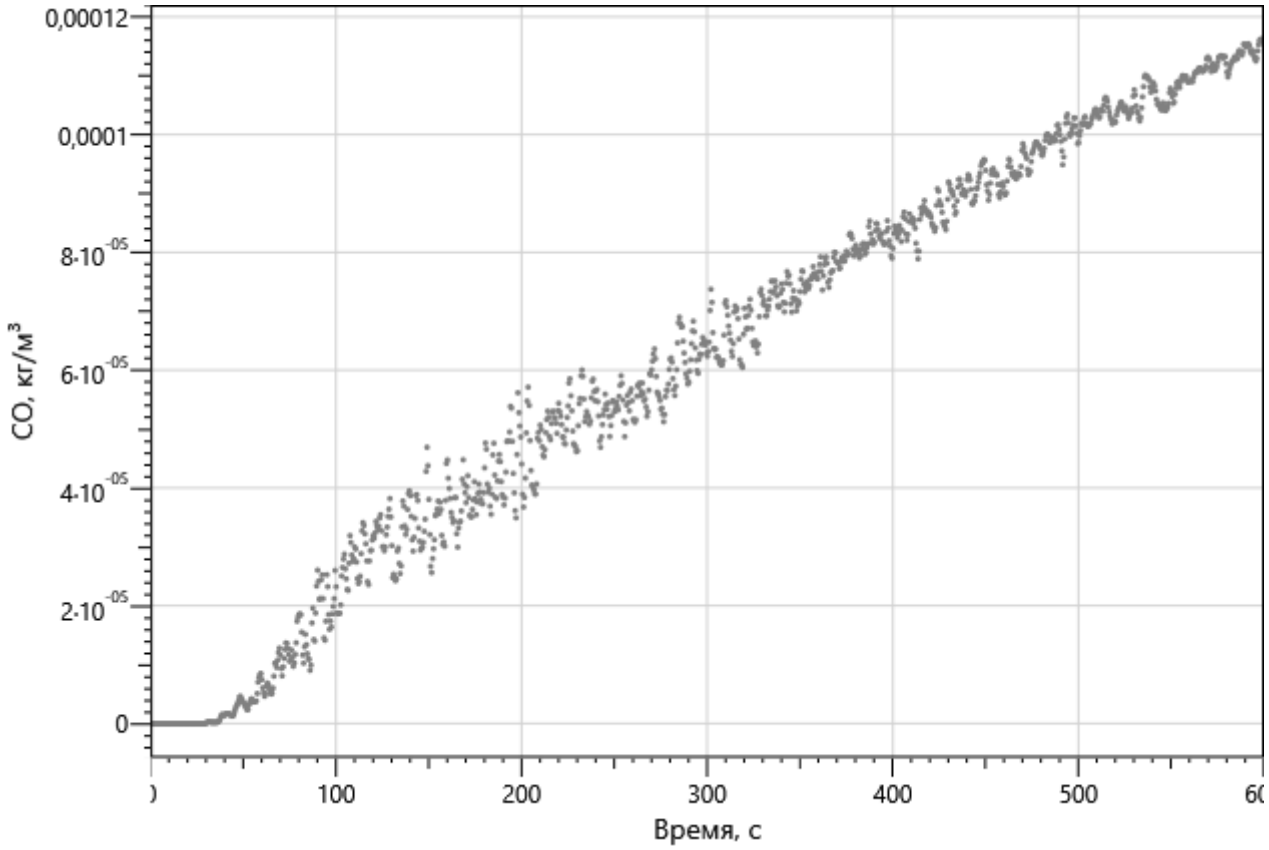


Рисунок 205 - Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

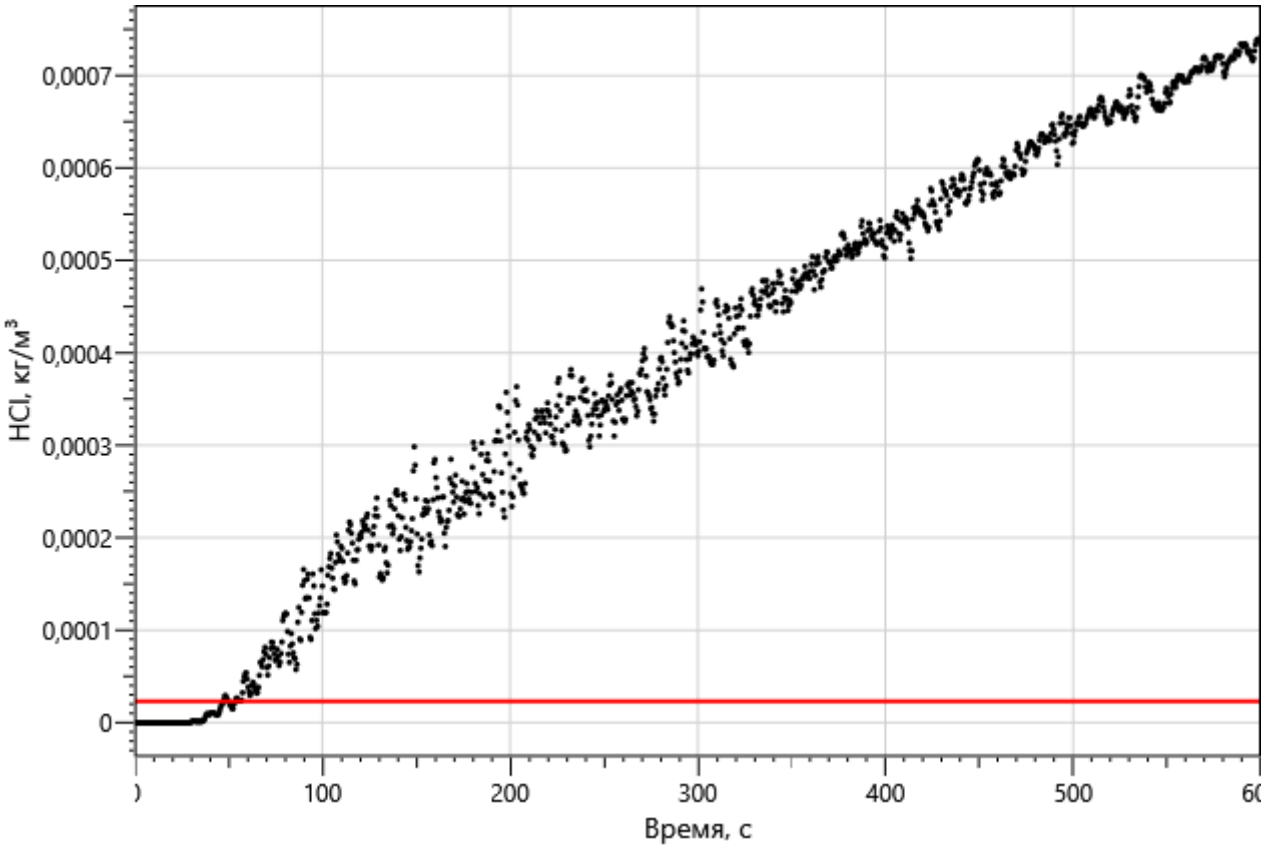


Рисунок 206 - Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

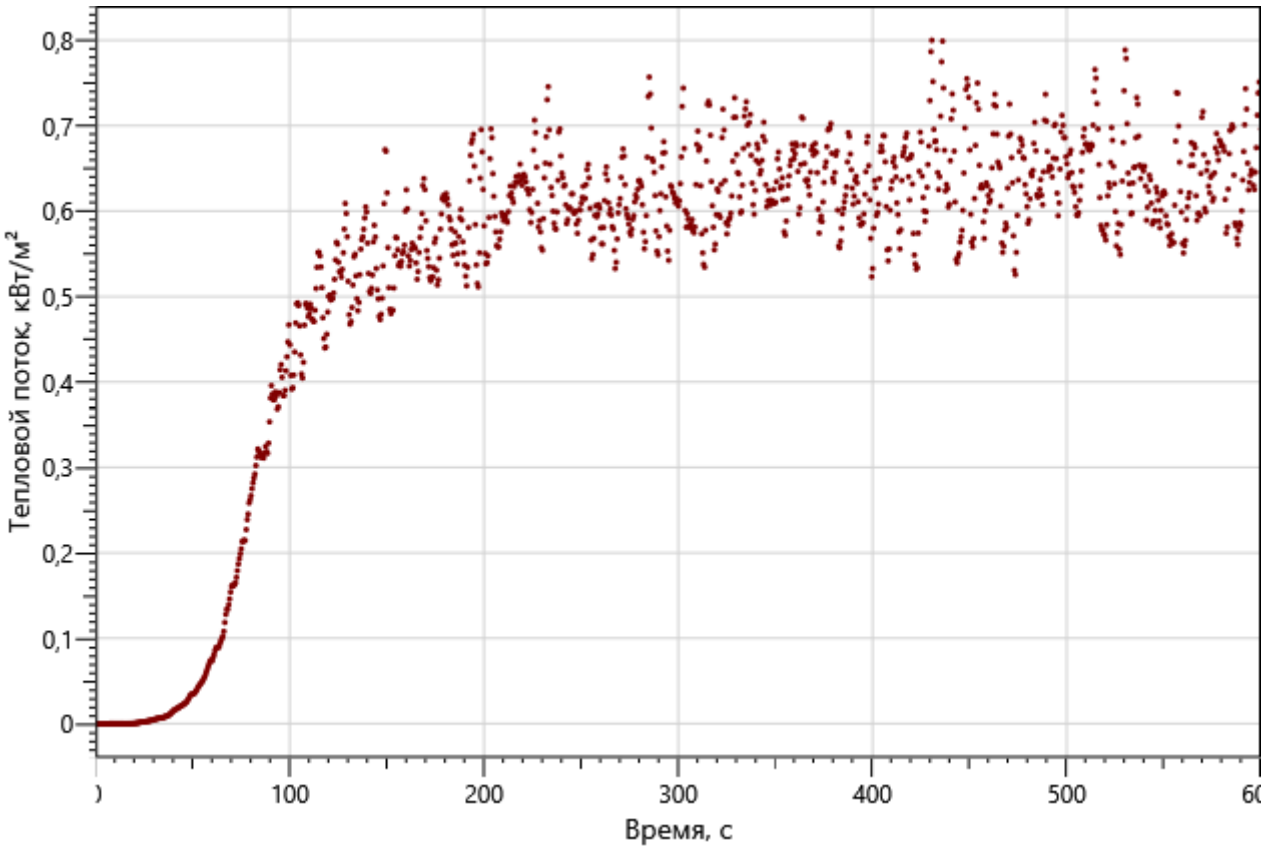


Рисунок 207 - Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

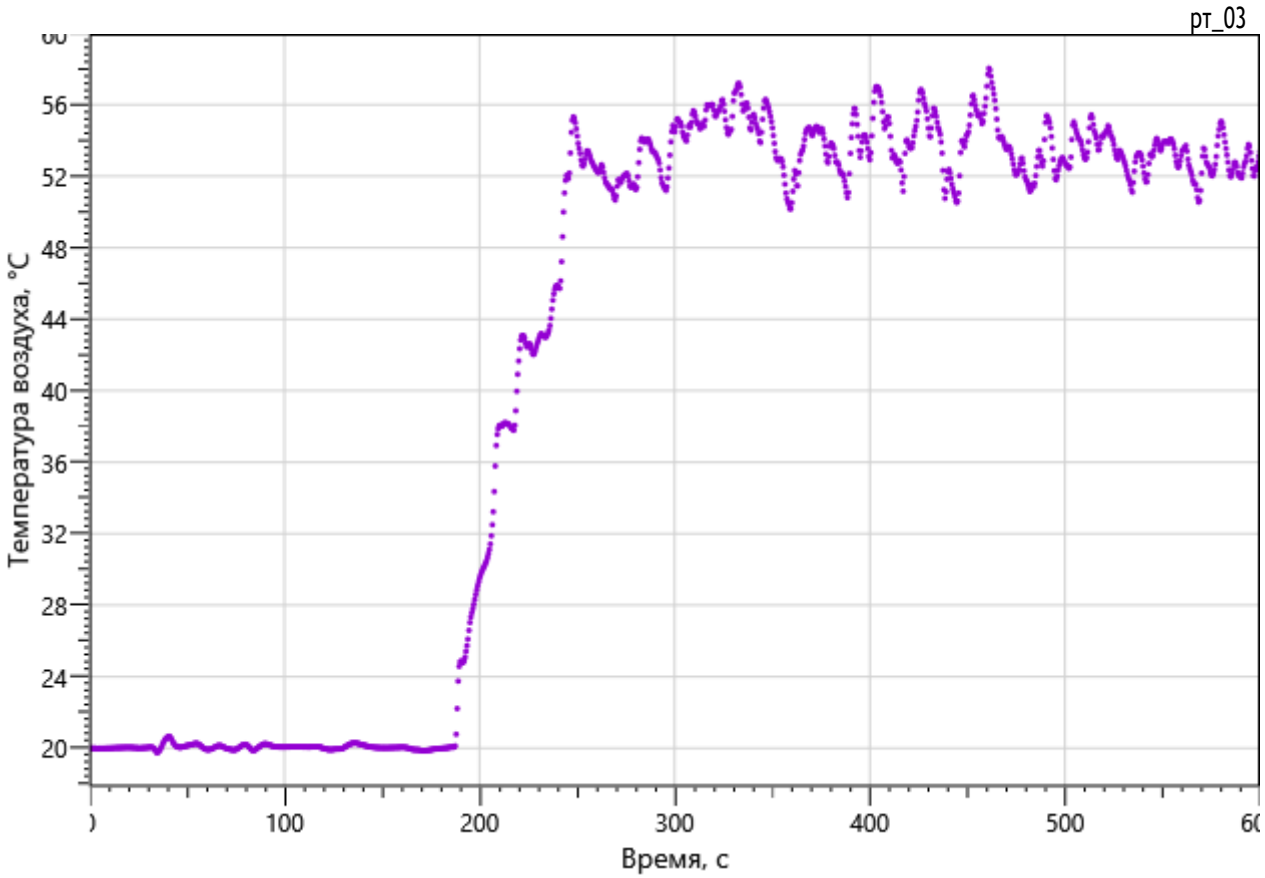


Рисунок 208 - Зависимость температуры от длительности пожара

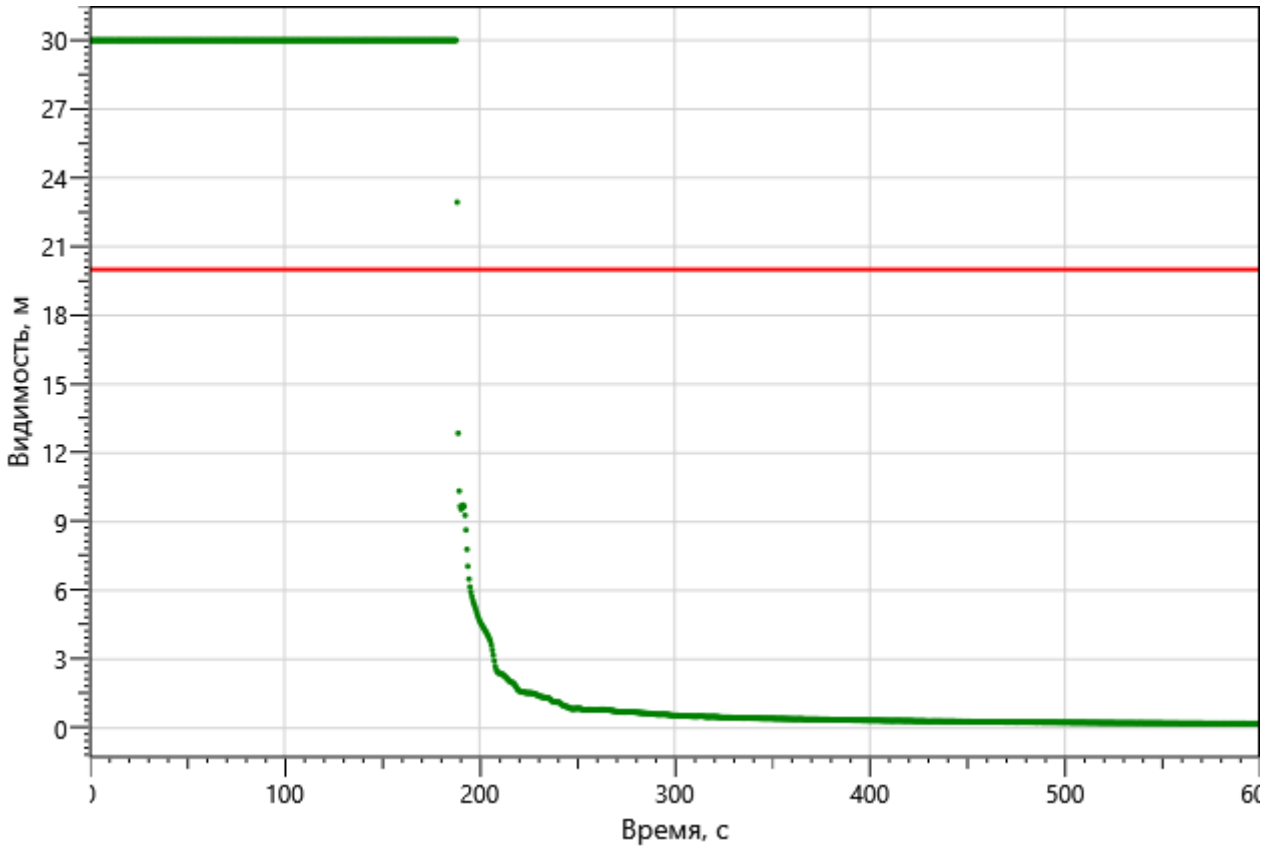


Рисунок 209 - Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

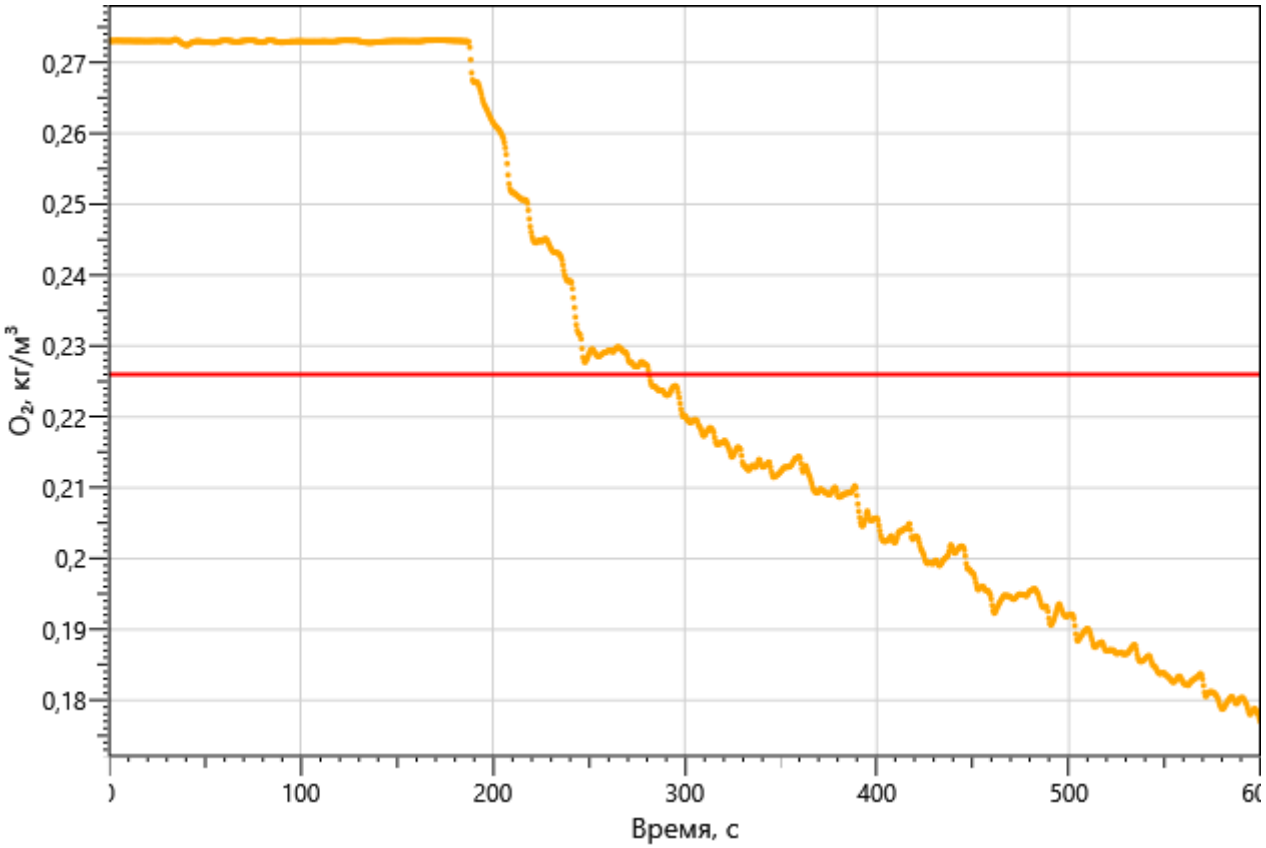


Рисунок 210 - Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

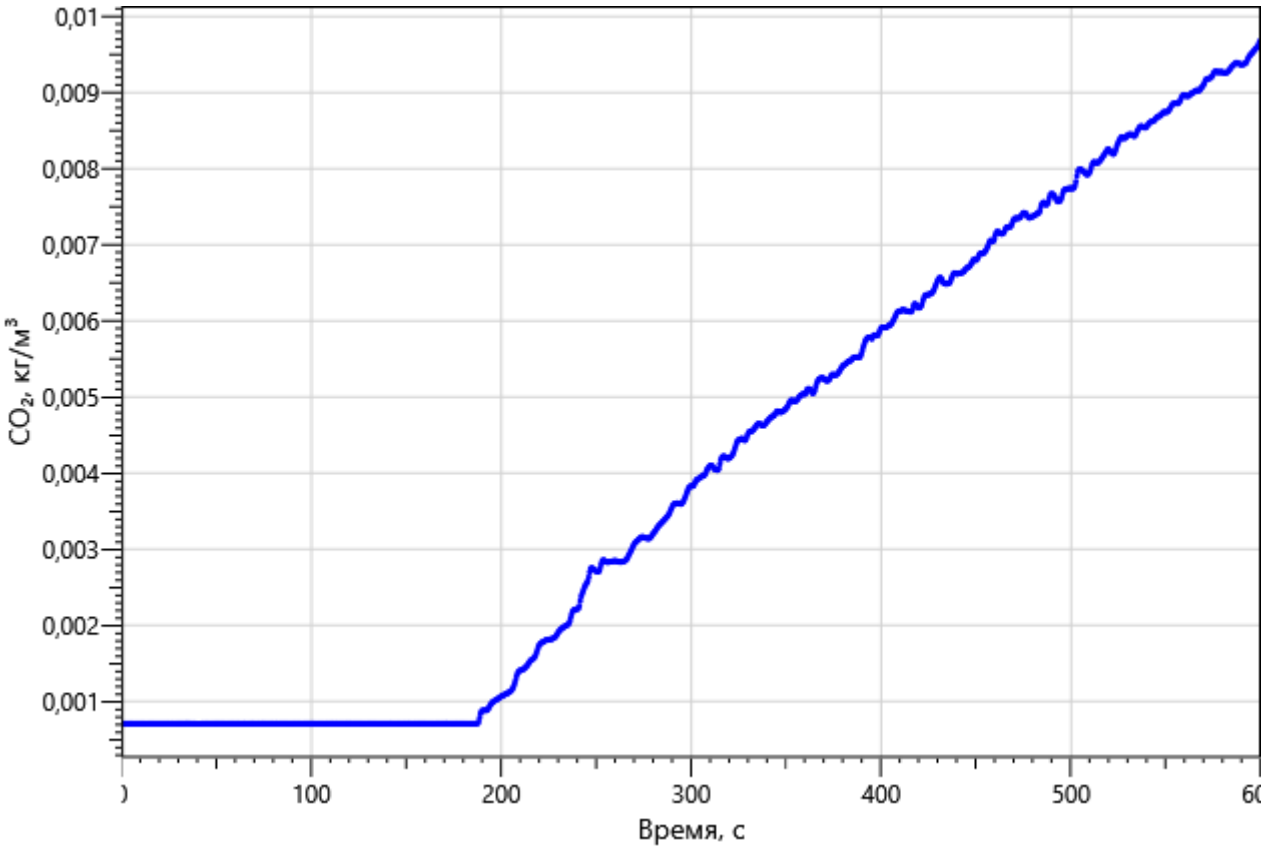


Рисунок 211 - Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

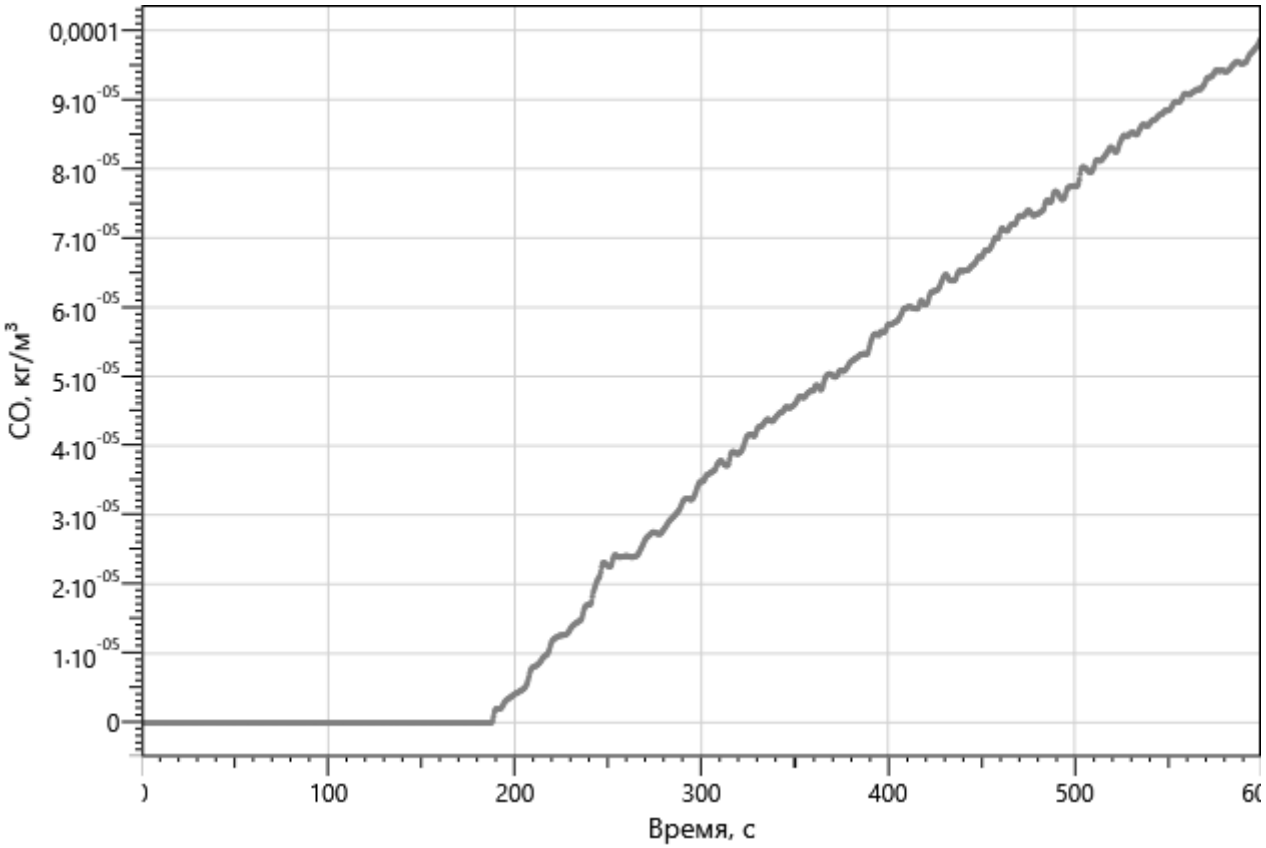


Рисунок 212 - Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

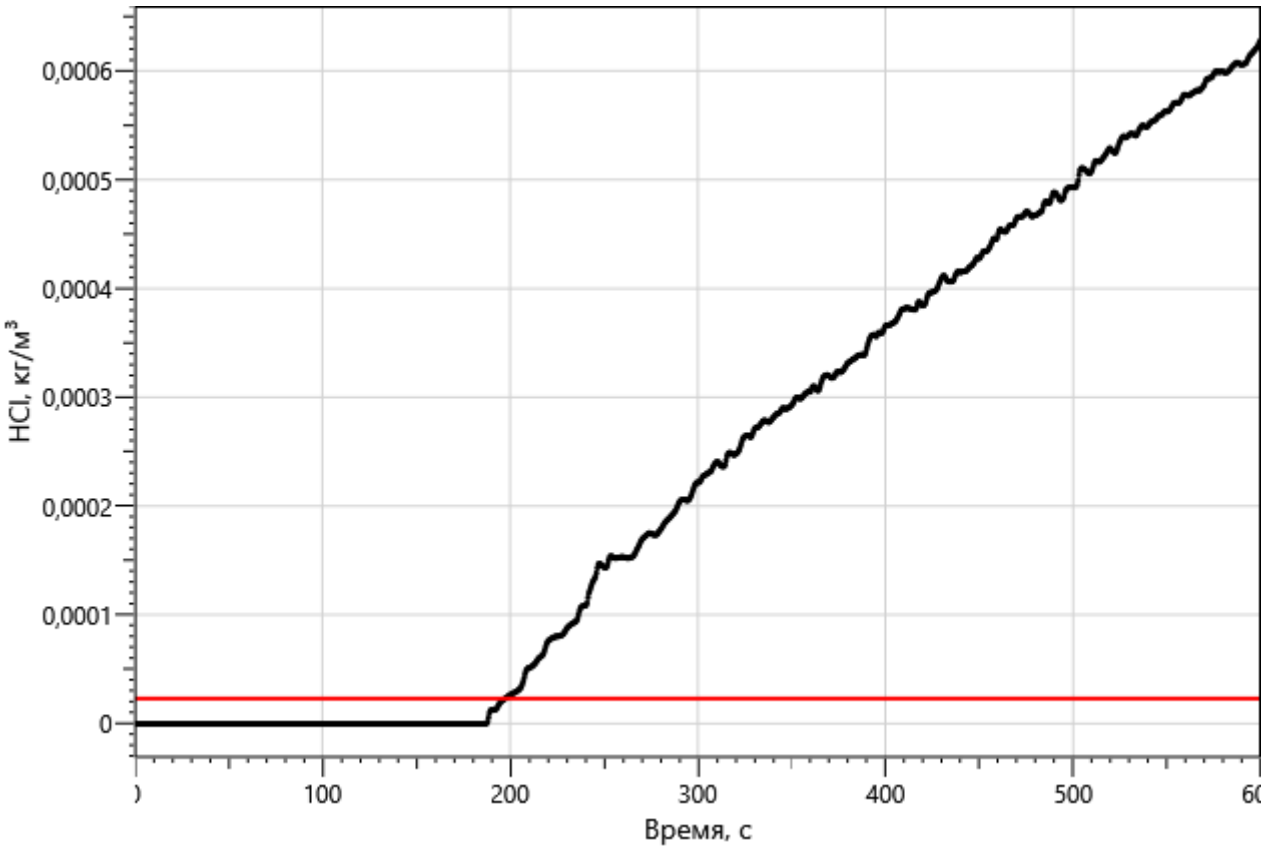


Рисунок 213 - Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

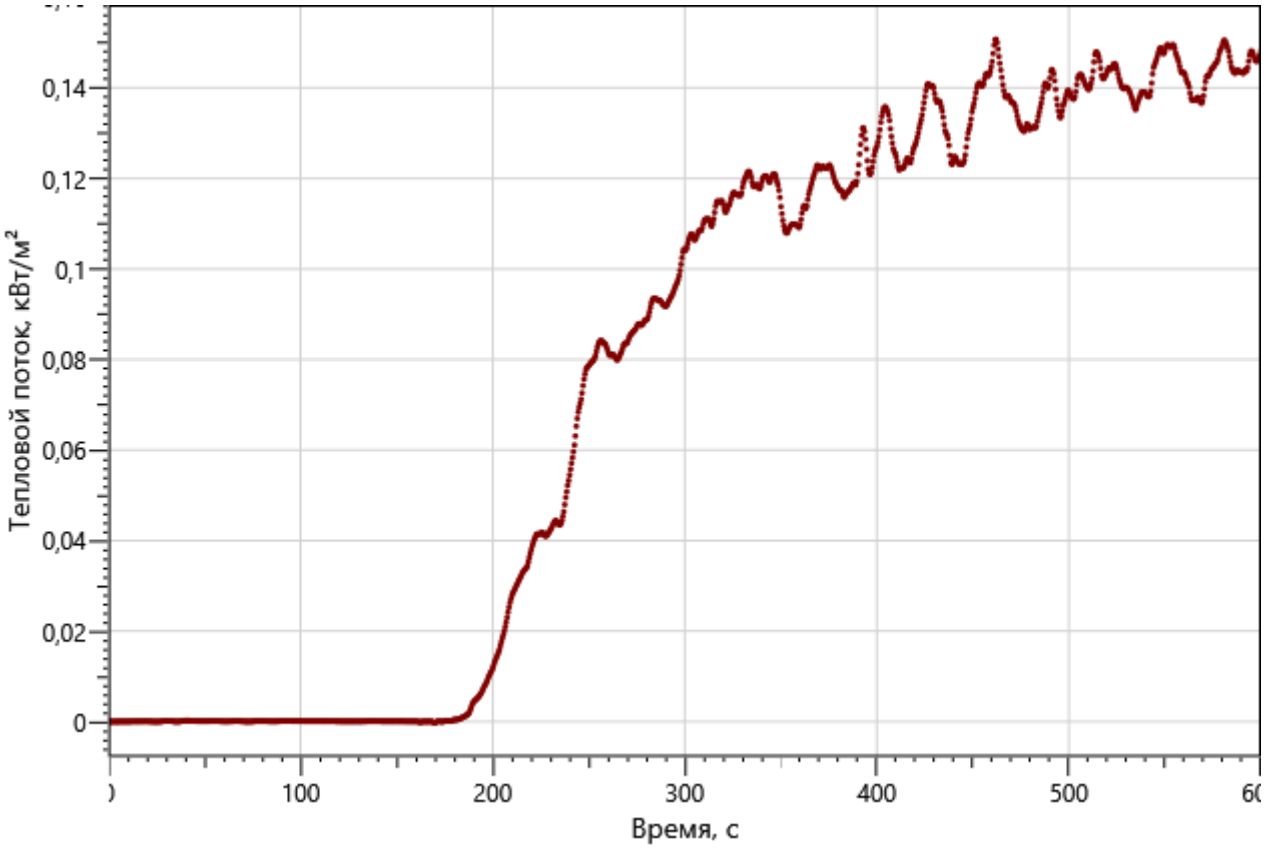


Рисунок 214 - Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

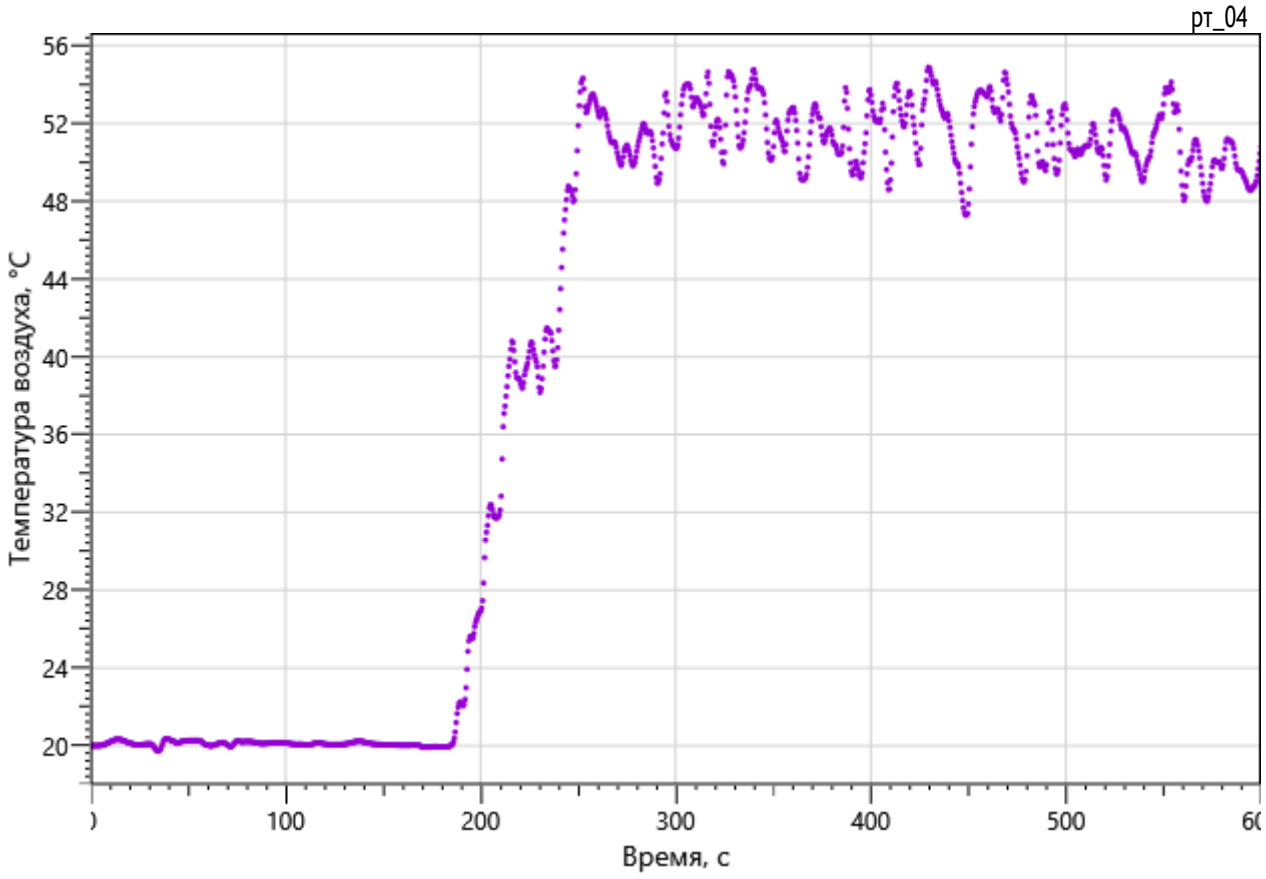


Рисунок 215 - Зависимость температуры от длительности пожара

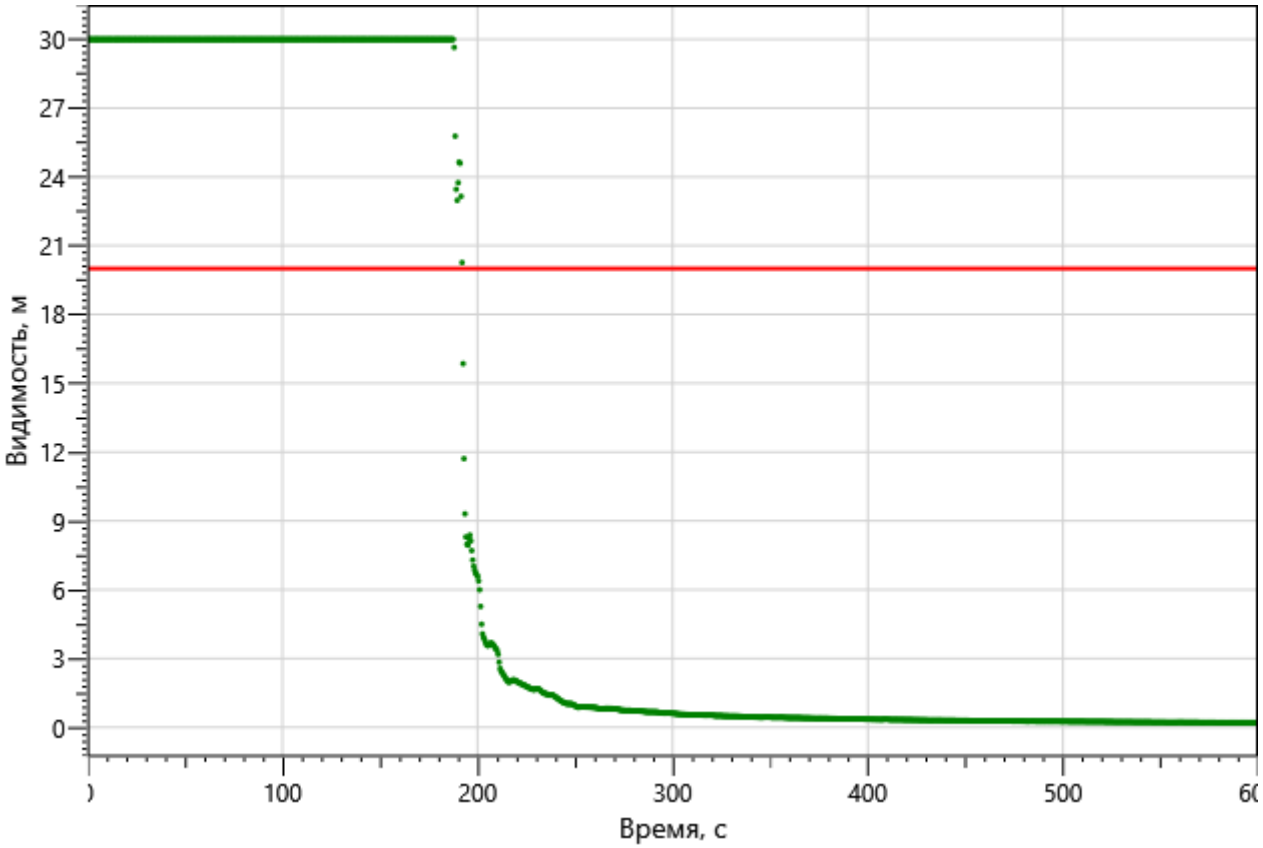


Рисунок 216 - Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

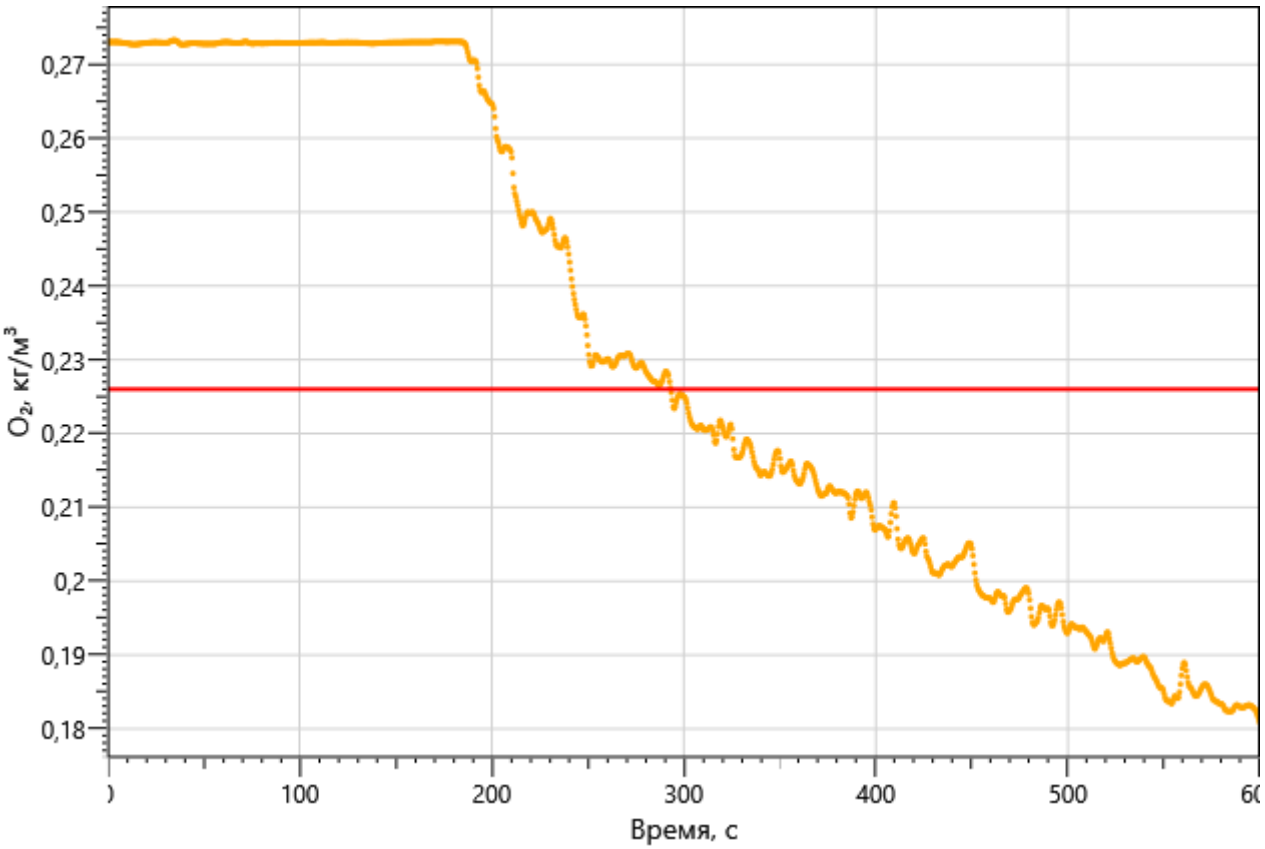


Рисунок 217 - Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

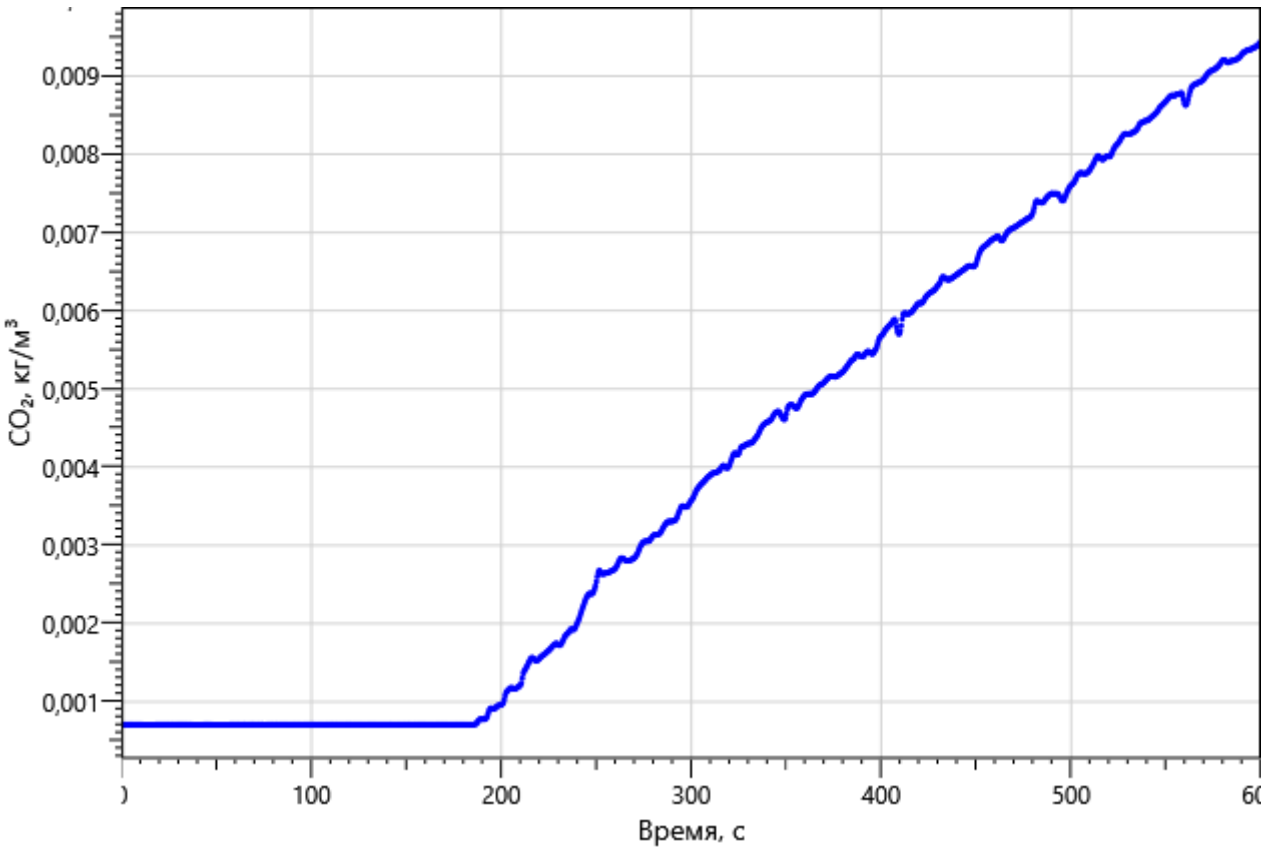


Рисунок 218 - Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

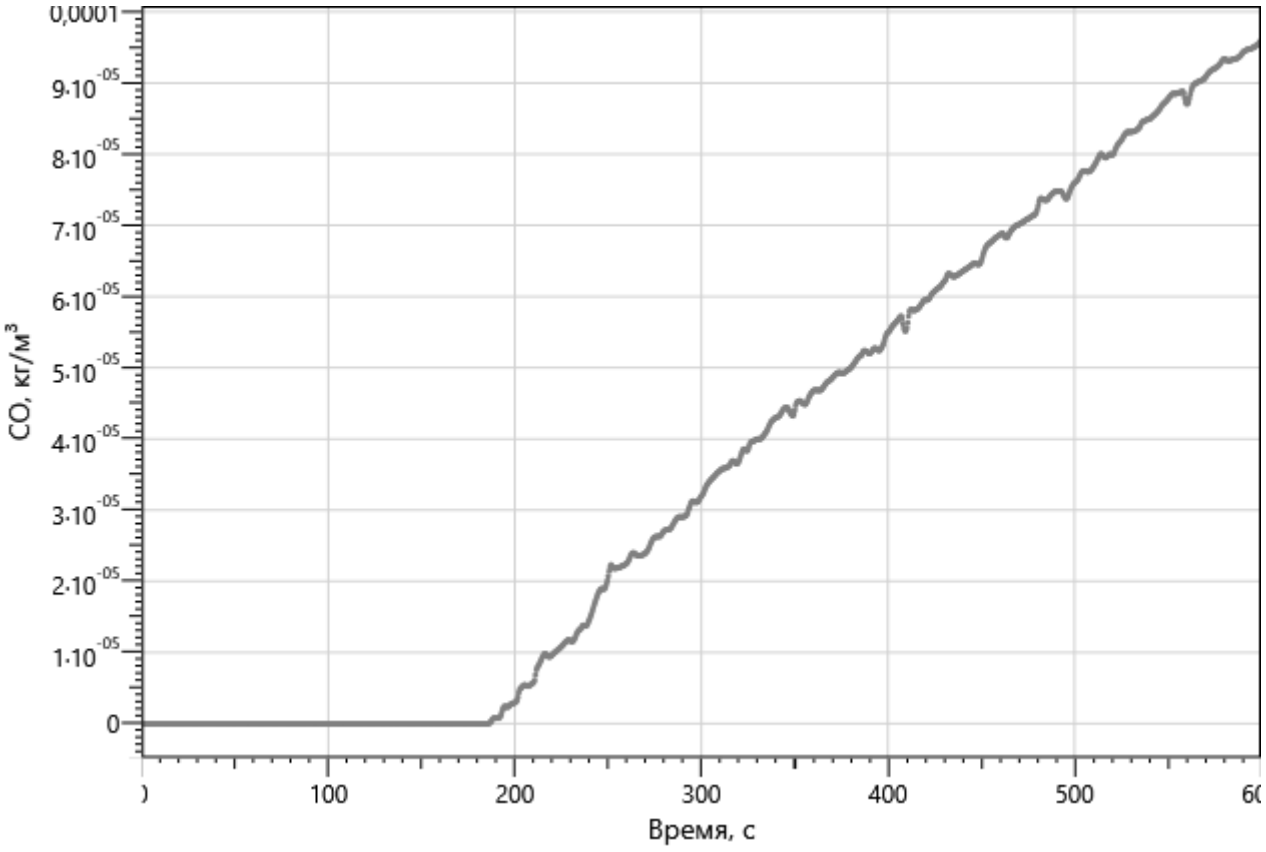


Рисунок 219 - Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

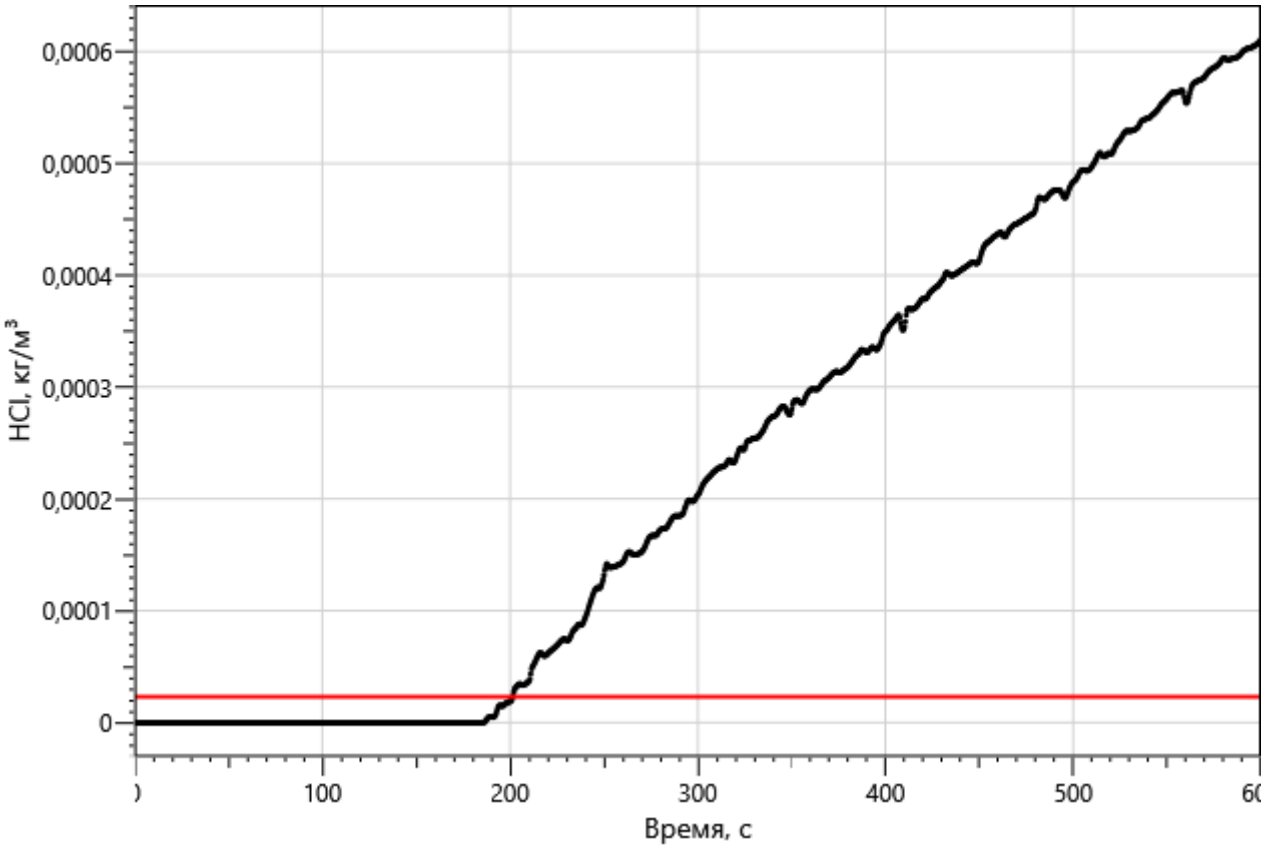


Рисунок 220 - Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

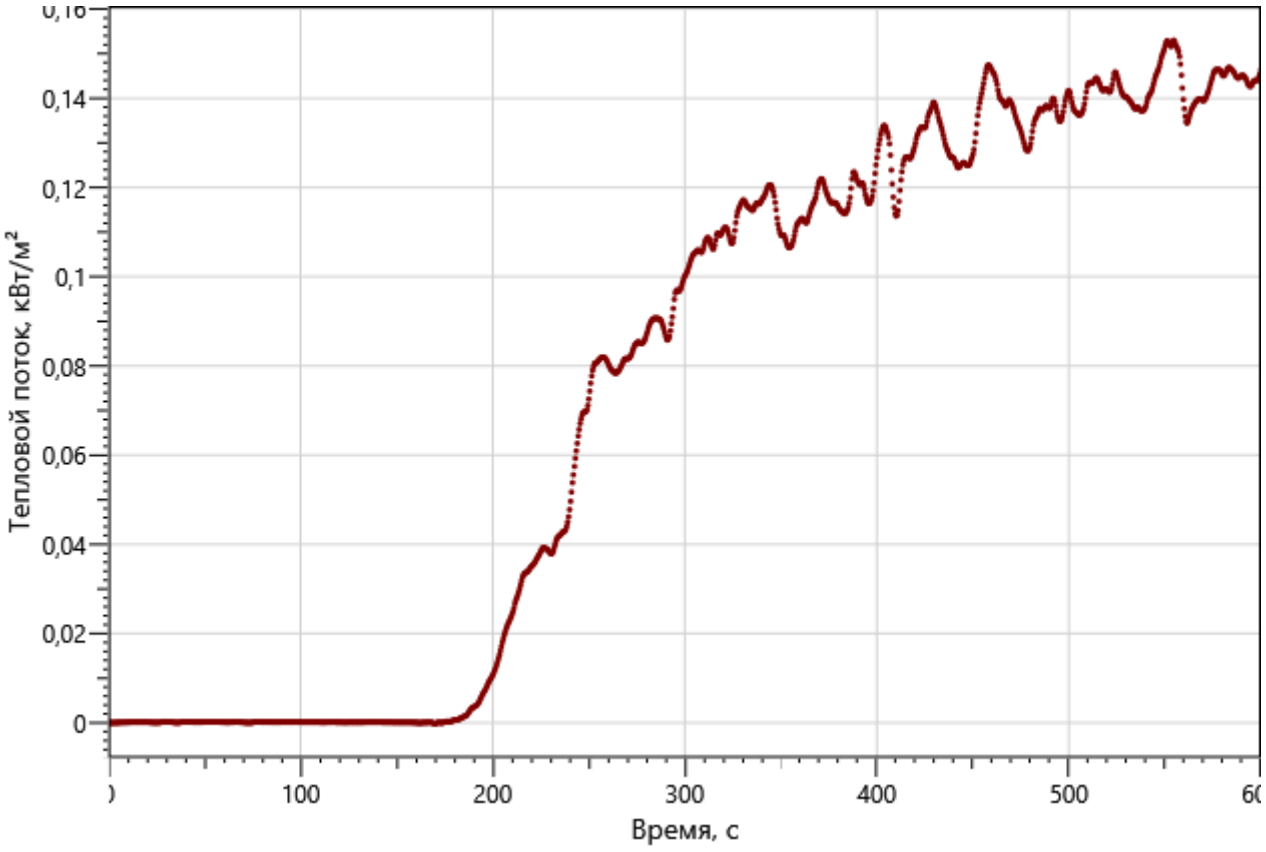


Рисунок 221 - Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

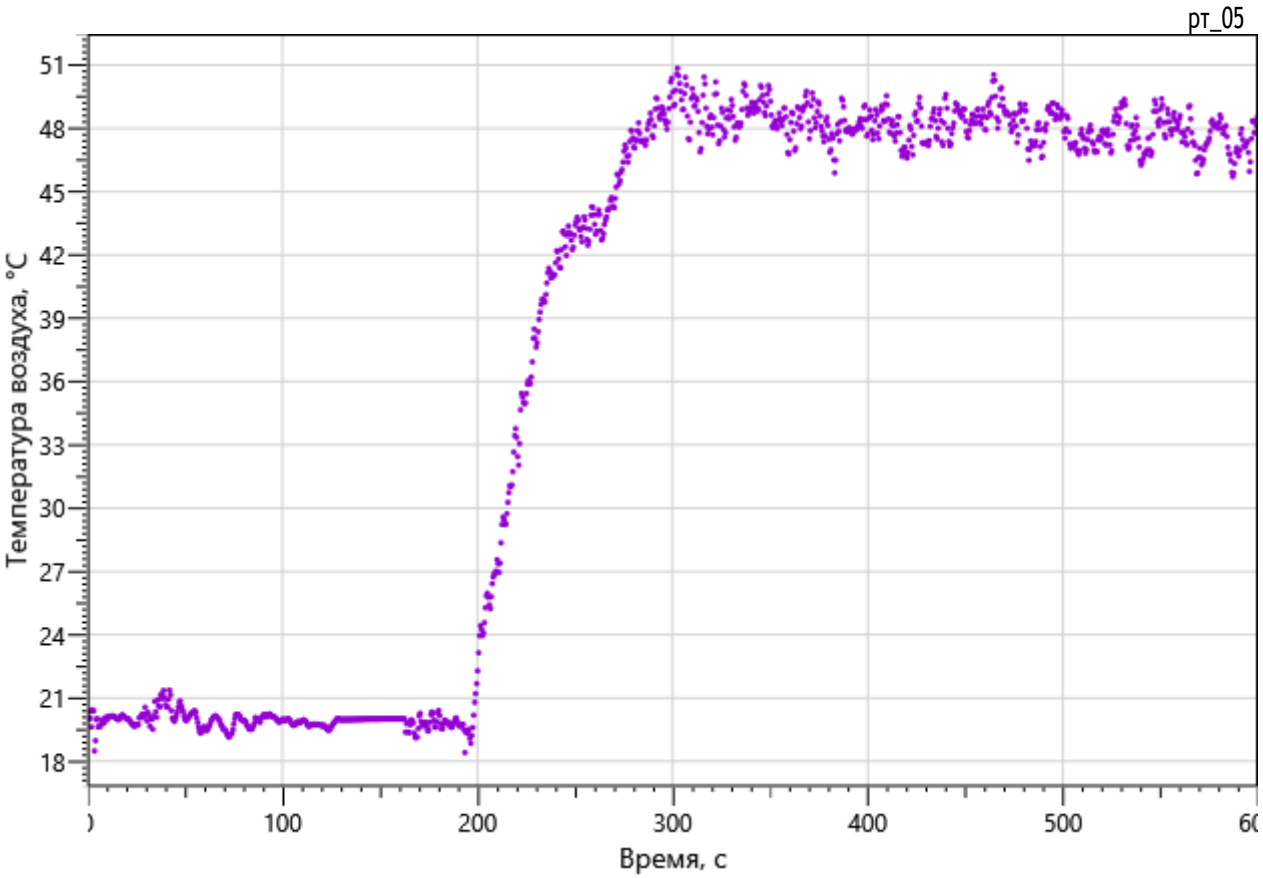


Рисунок 222 - Зависимость температуры от длительности пожара

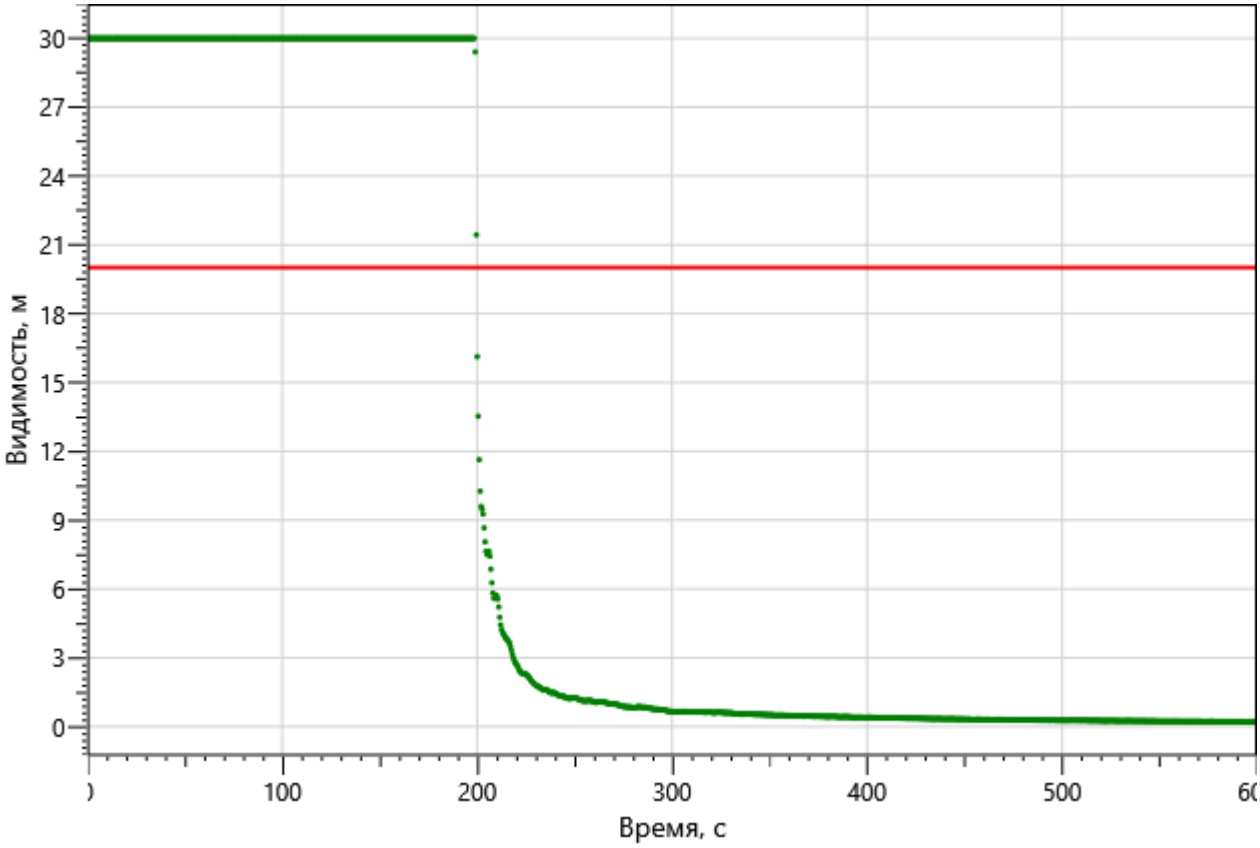


Рисунок 223 - Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

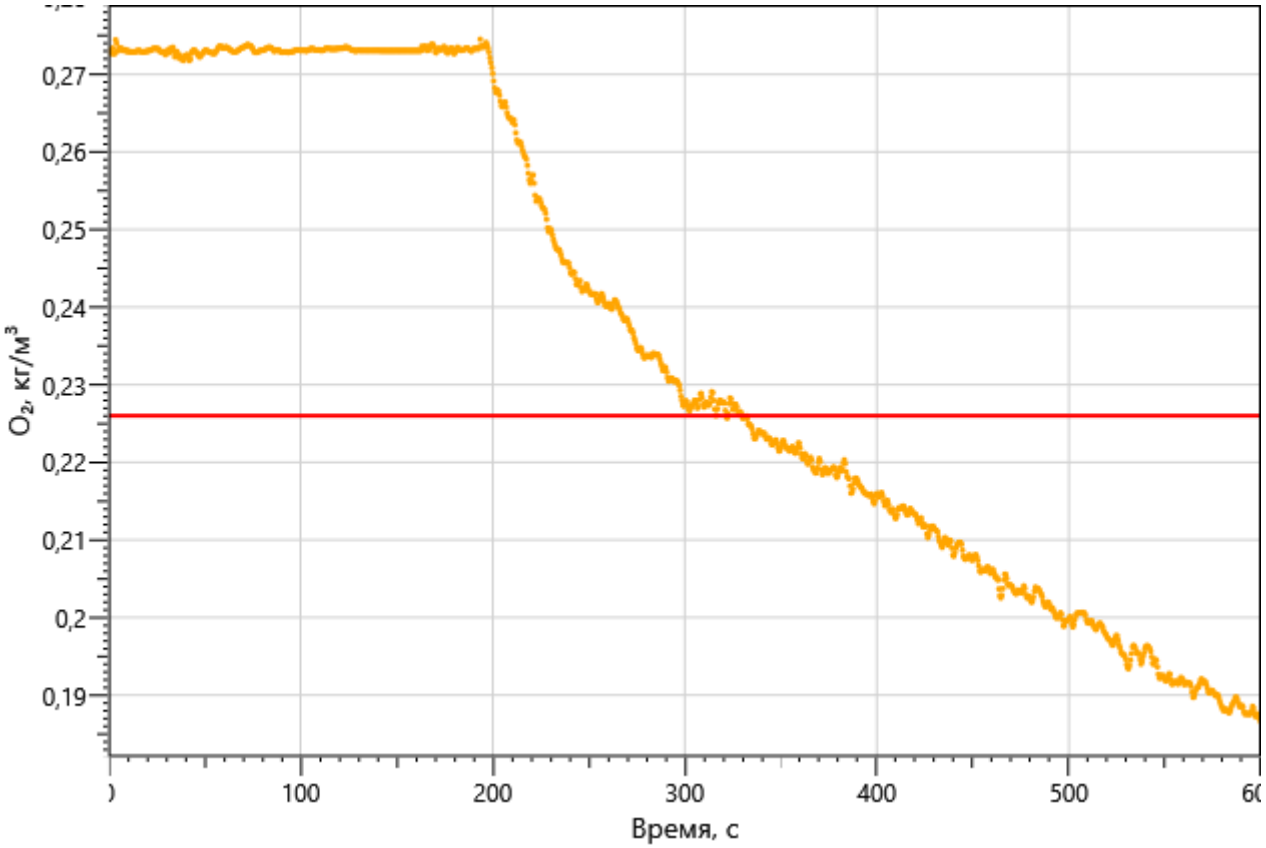


Рисунок 224 - Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

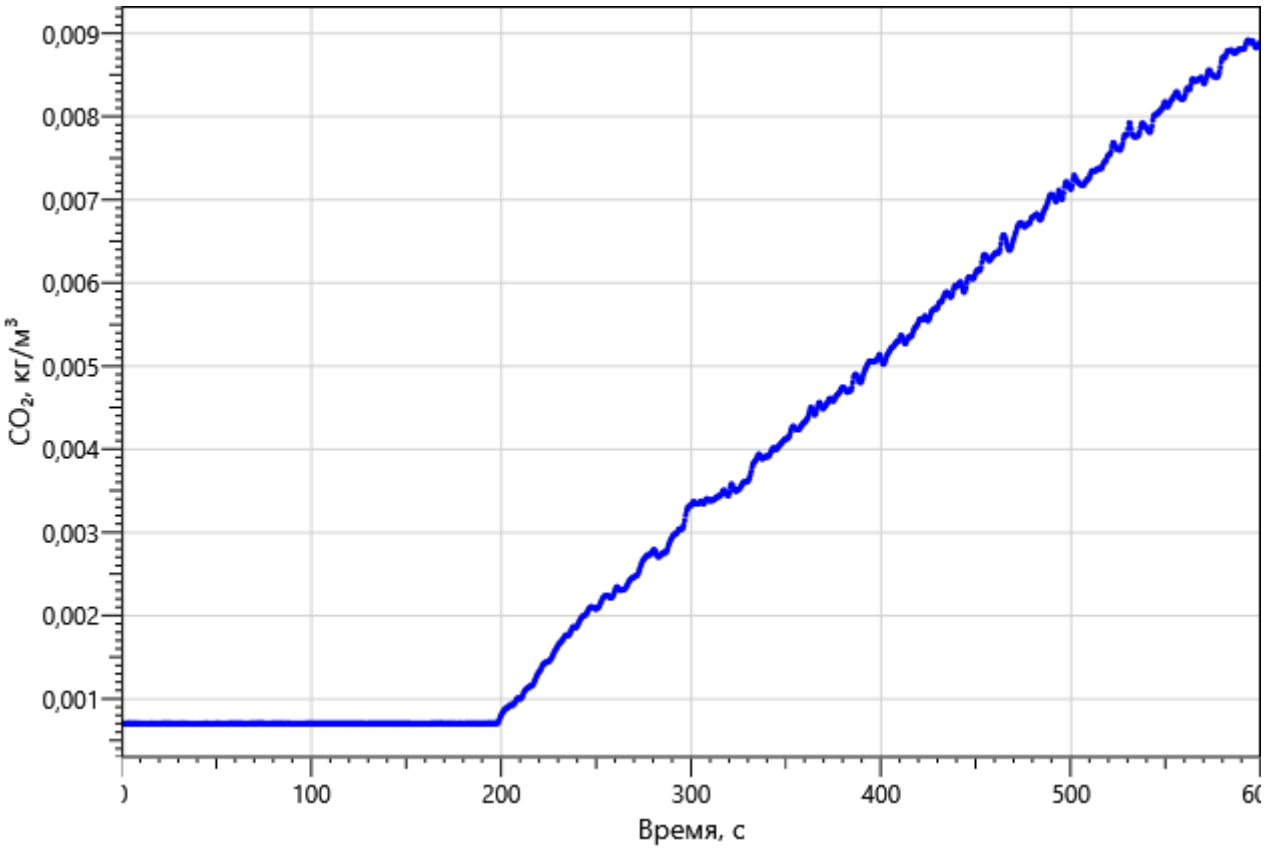


Рисунок 225 - Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

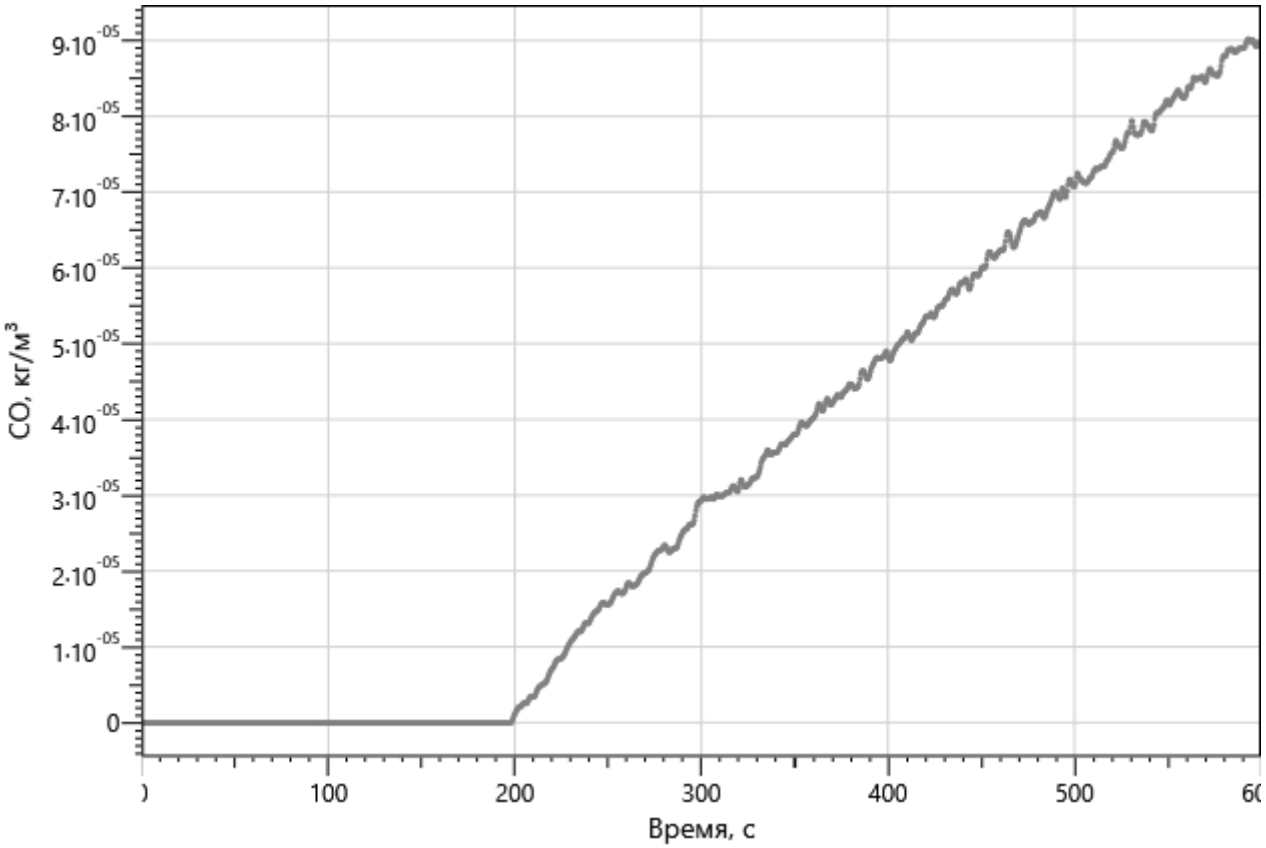


Рисунок 226 - Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

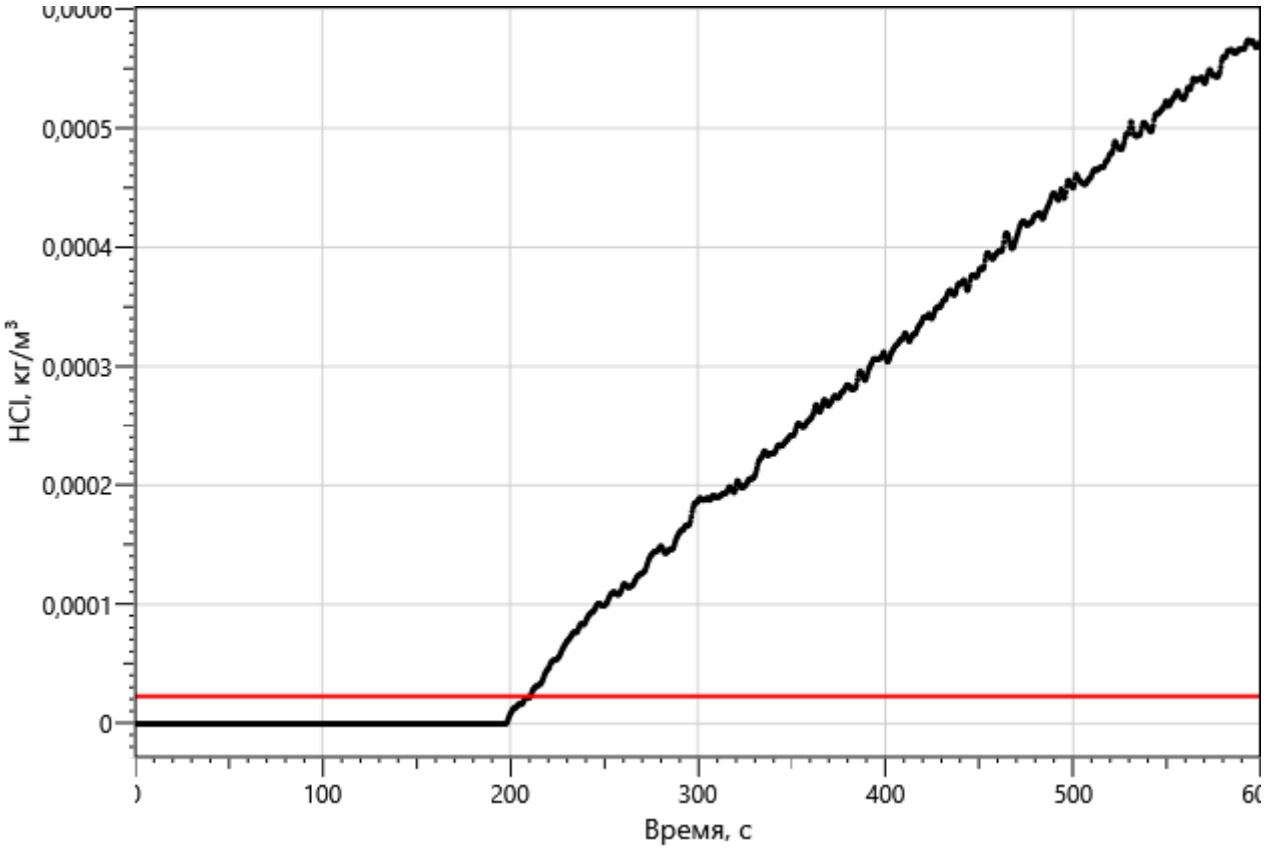


Рисунок 227 - Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

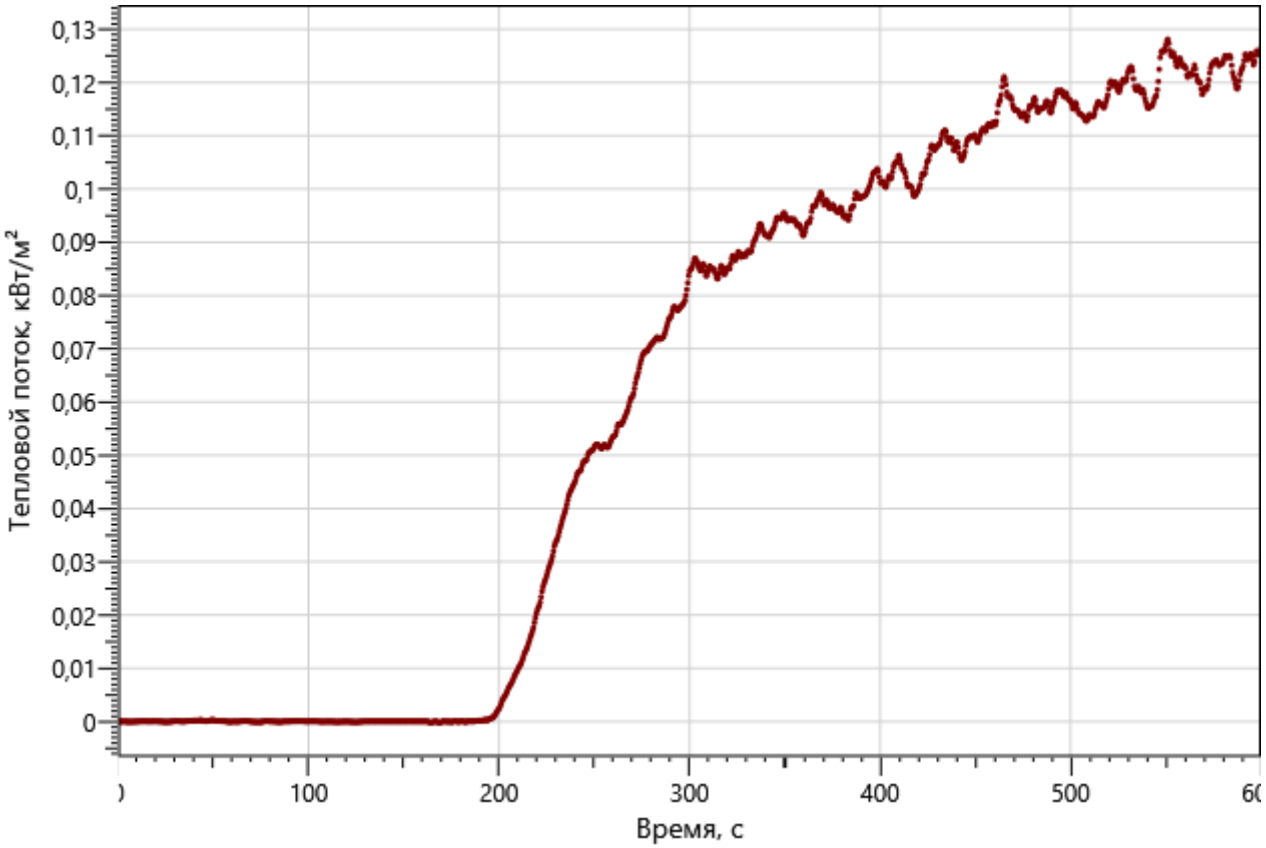


Рисунок 228 - Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

рт_06

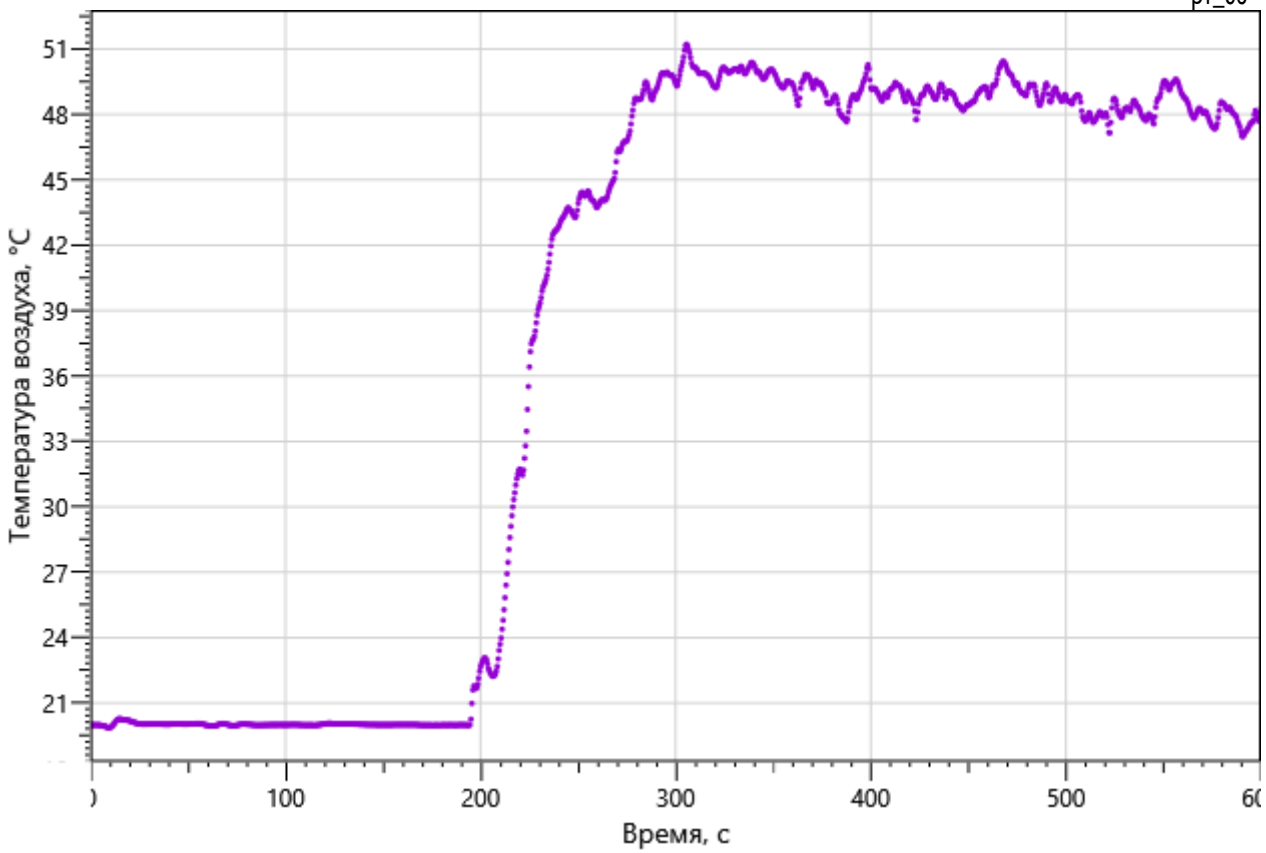


Рисунок 229 - Зависимость температуры от длительности пожара

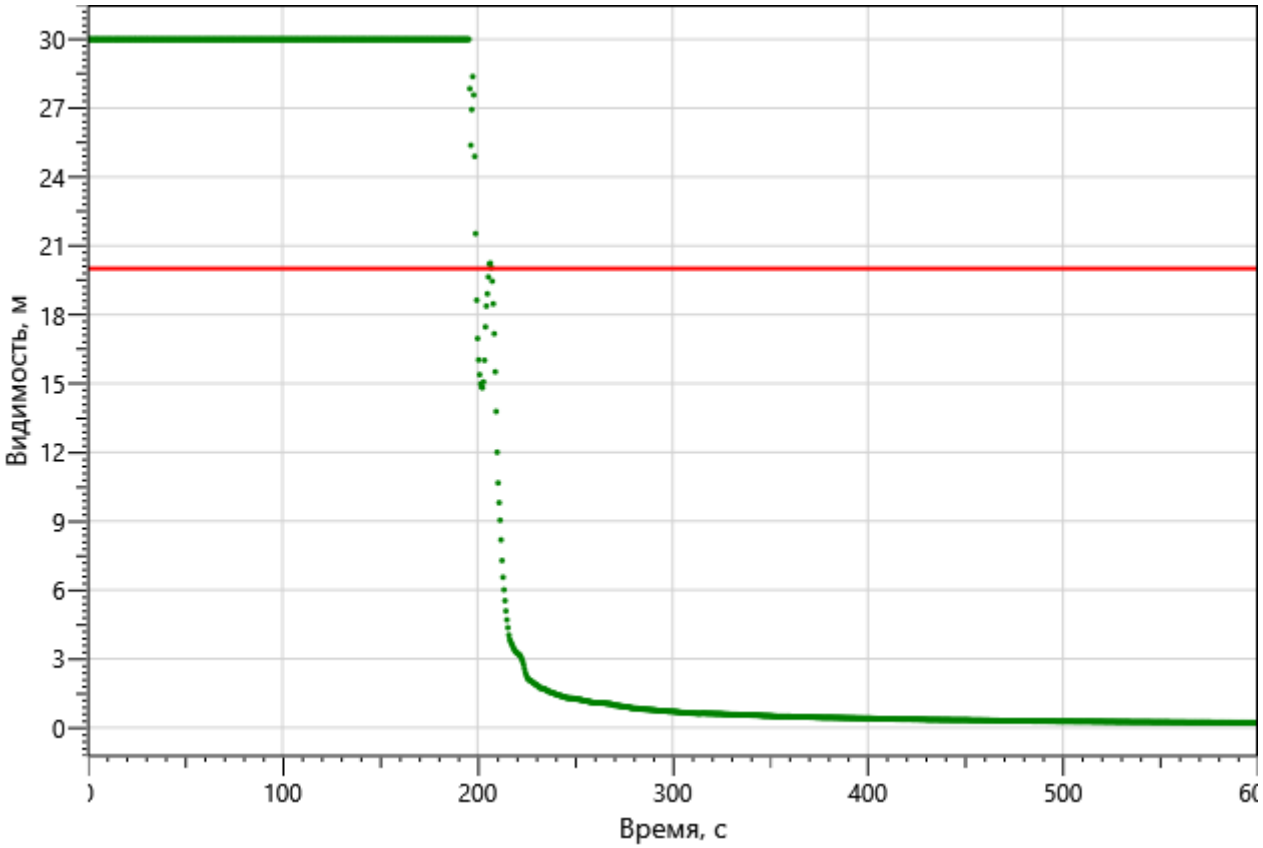


Рисунок 230 - Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

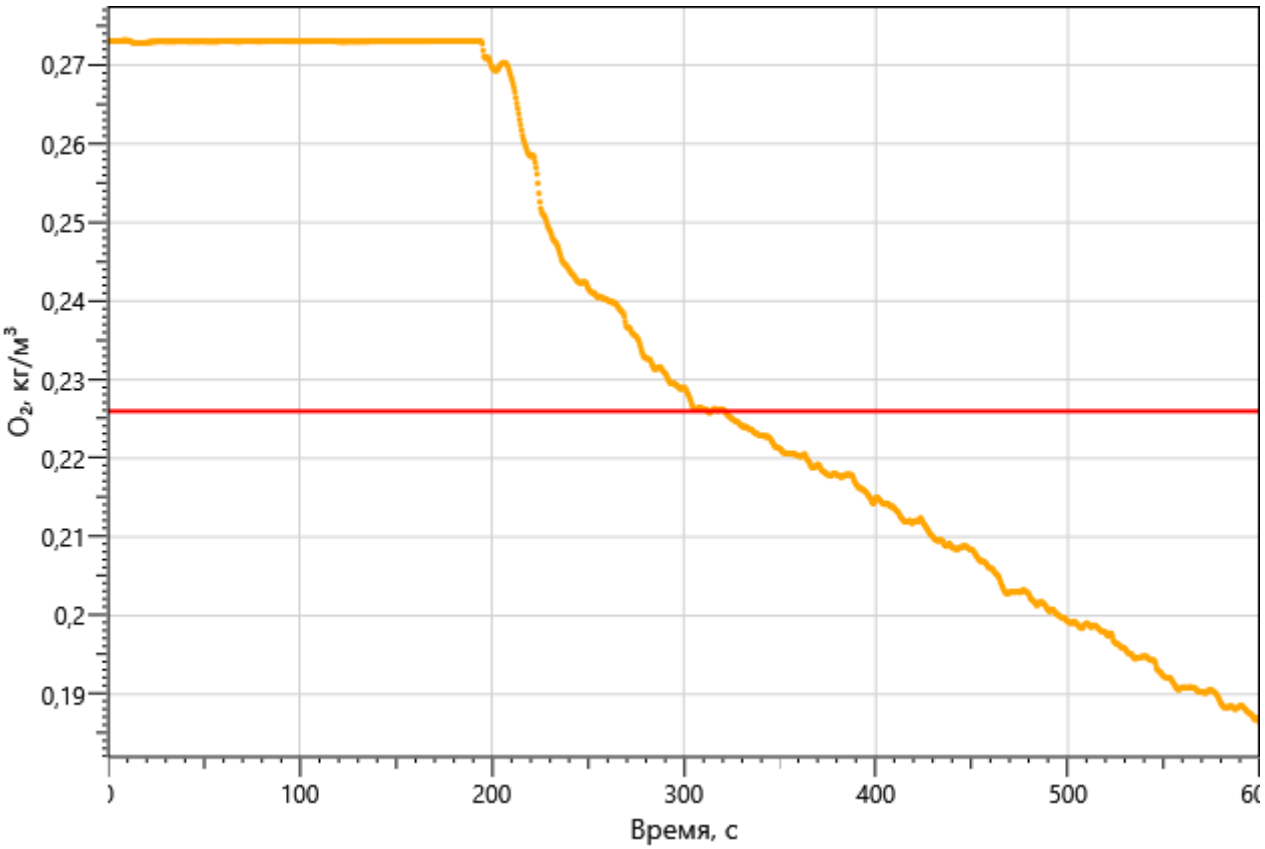


Рисунок 231 - Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

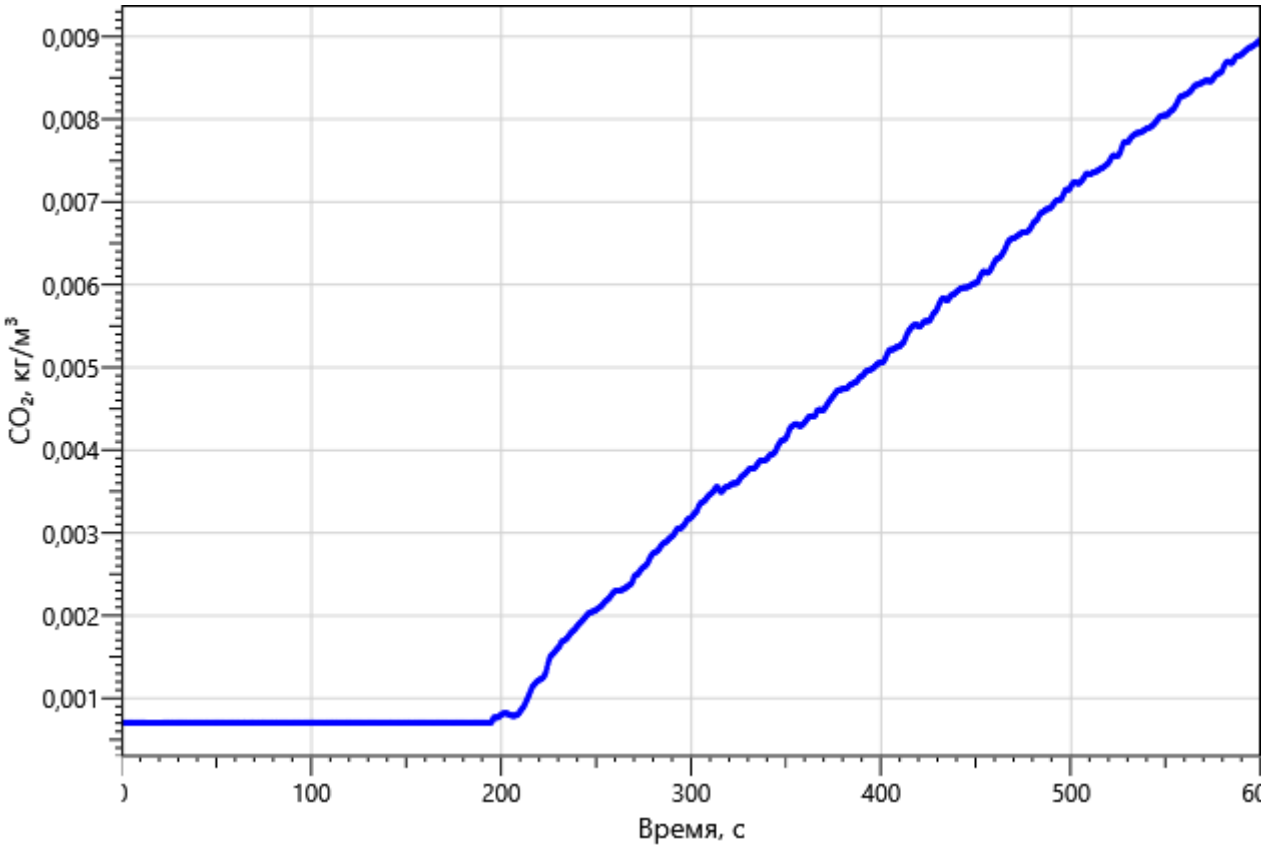


Рисунок 232 - Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

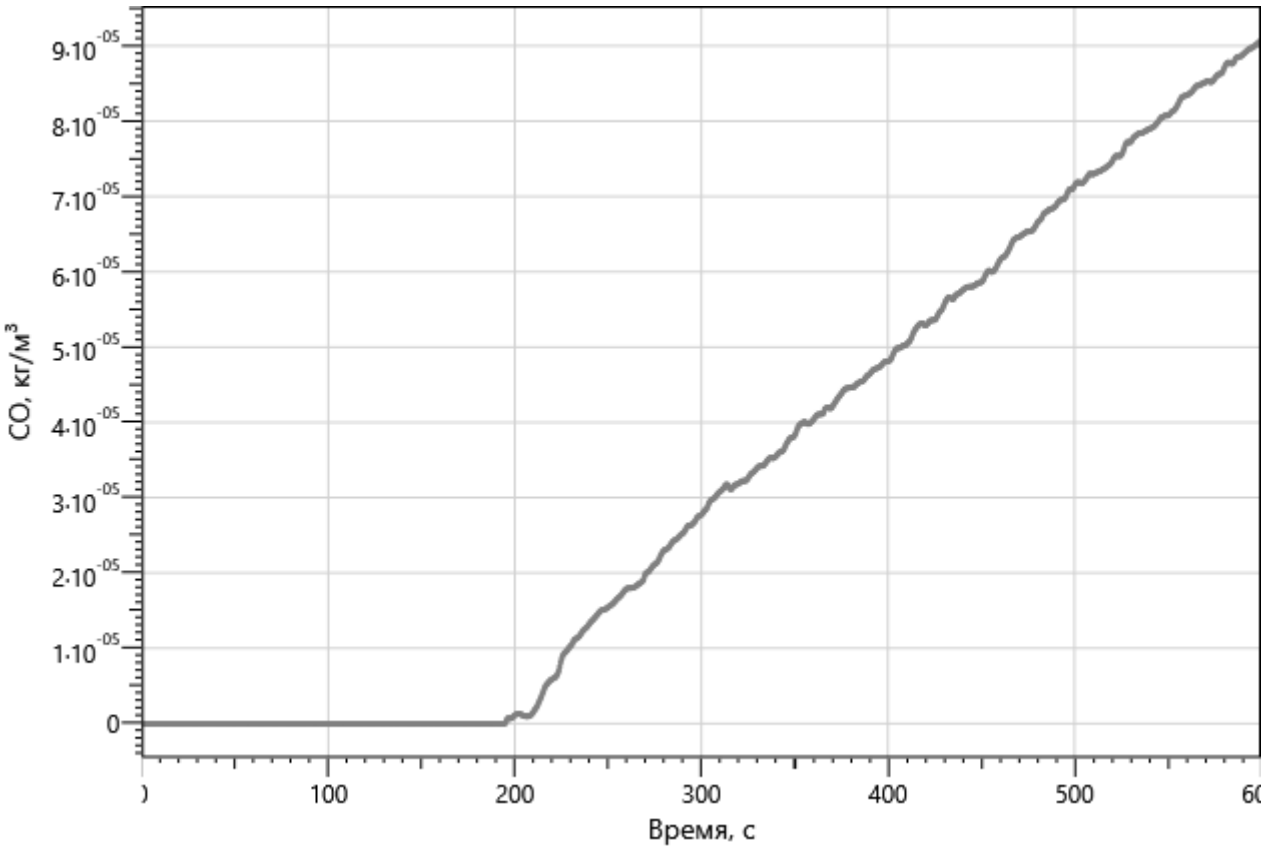


Рисунок 233 - Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

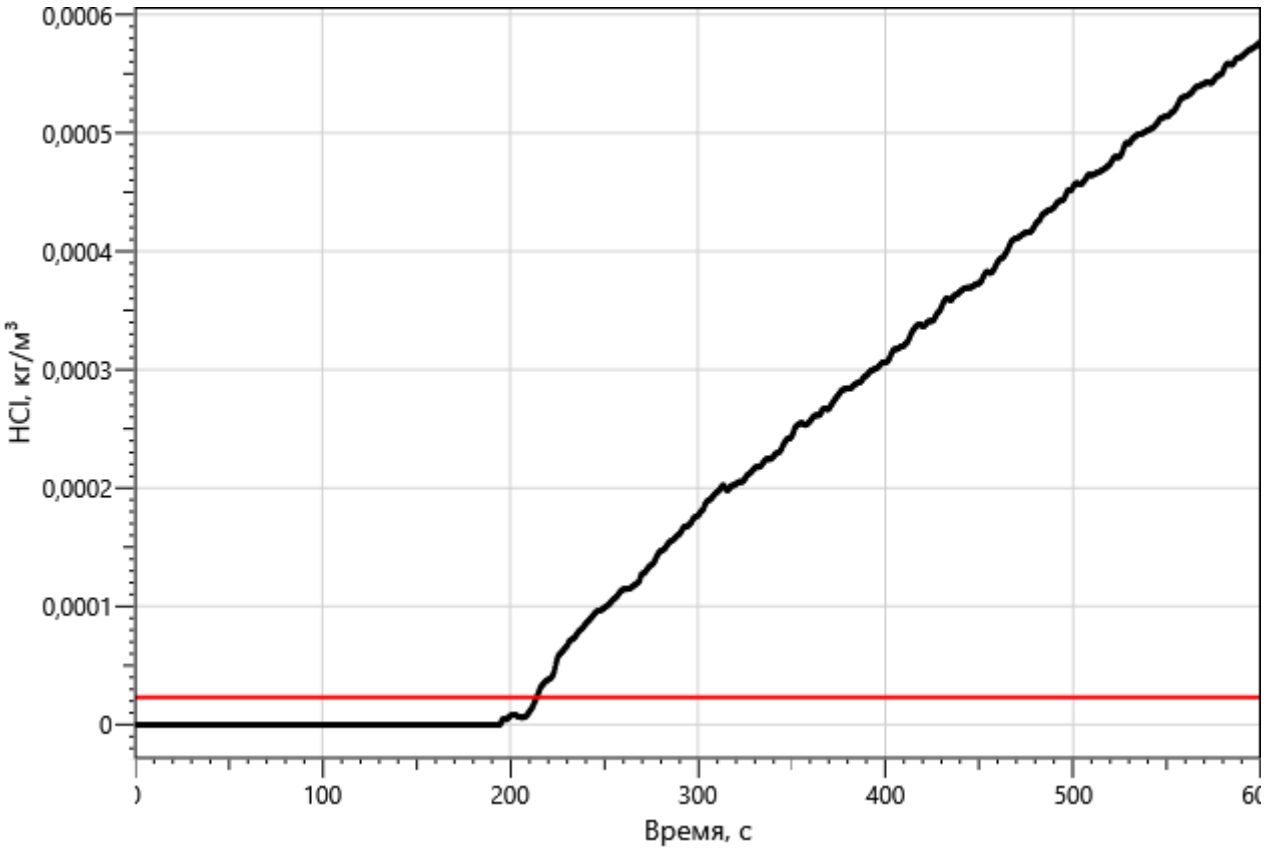


Рисунок 234 - Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

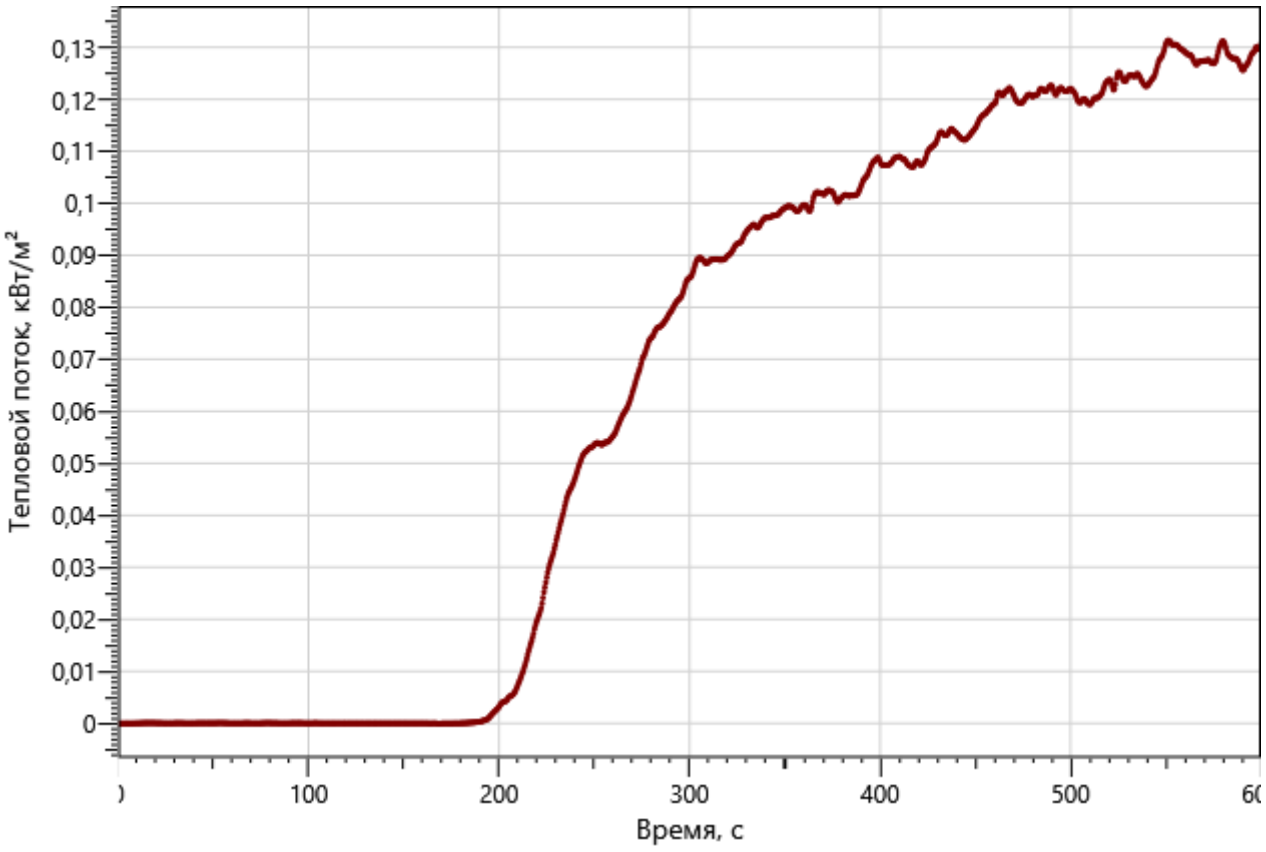


Рисунок 235 - Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

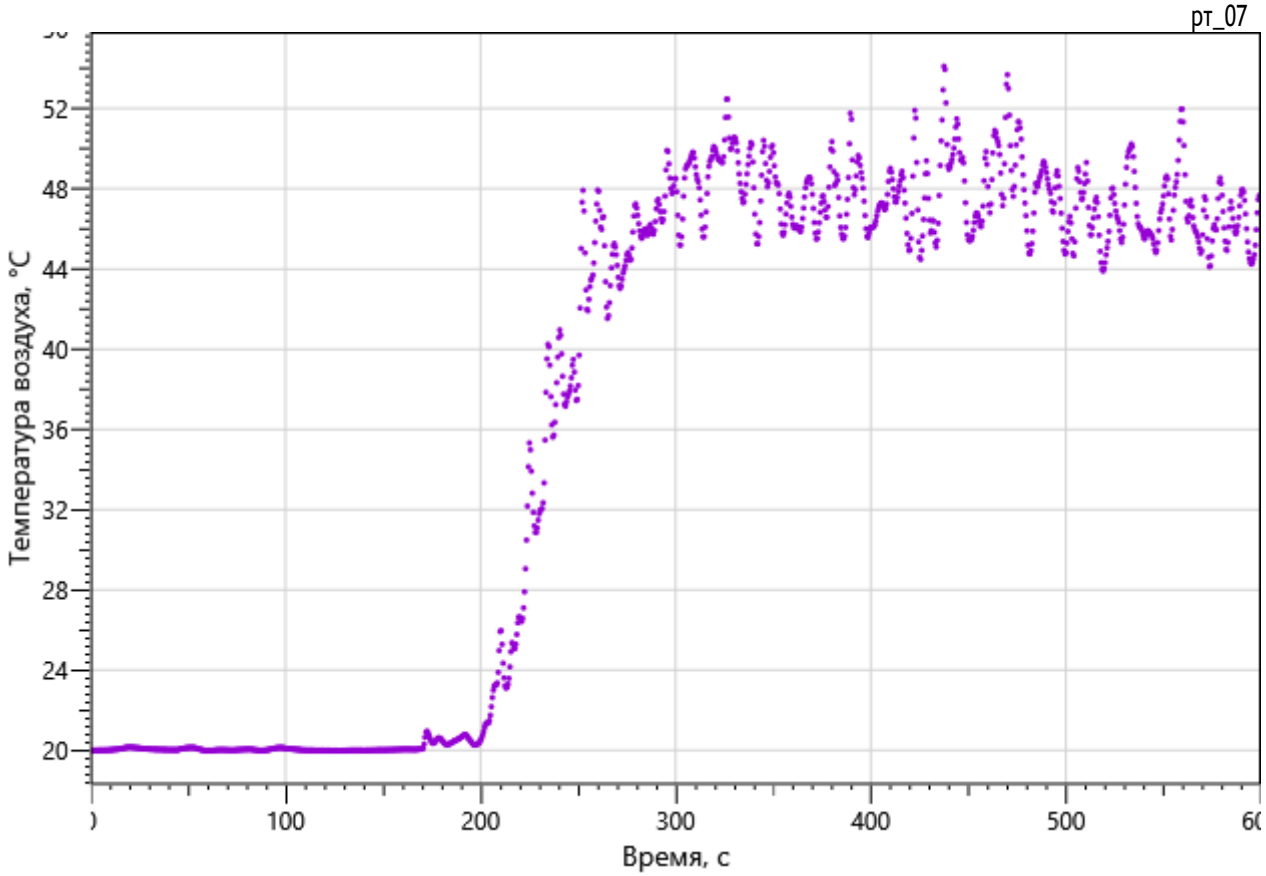


Рисунок 236 - Зависимость температуры от длительности пожара

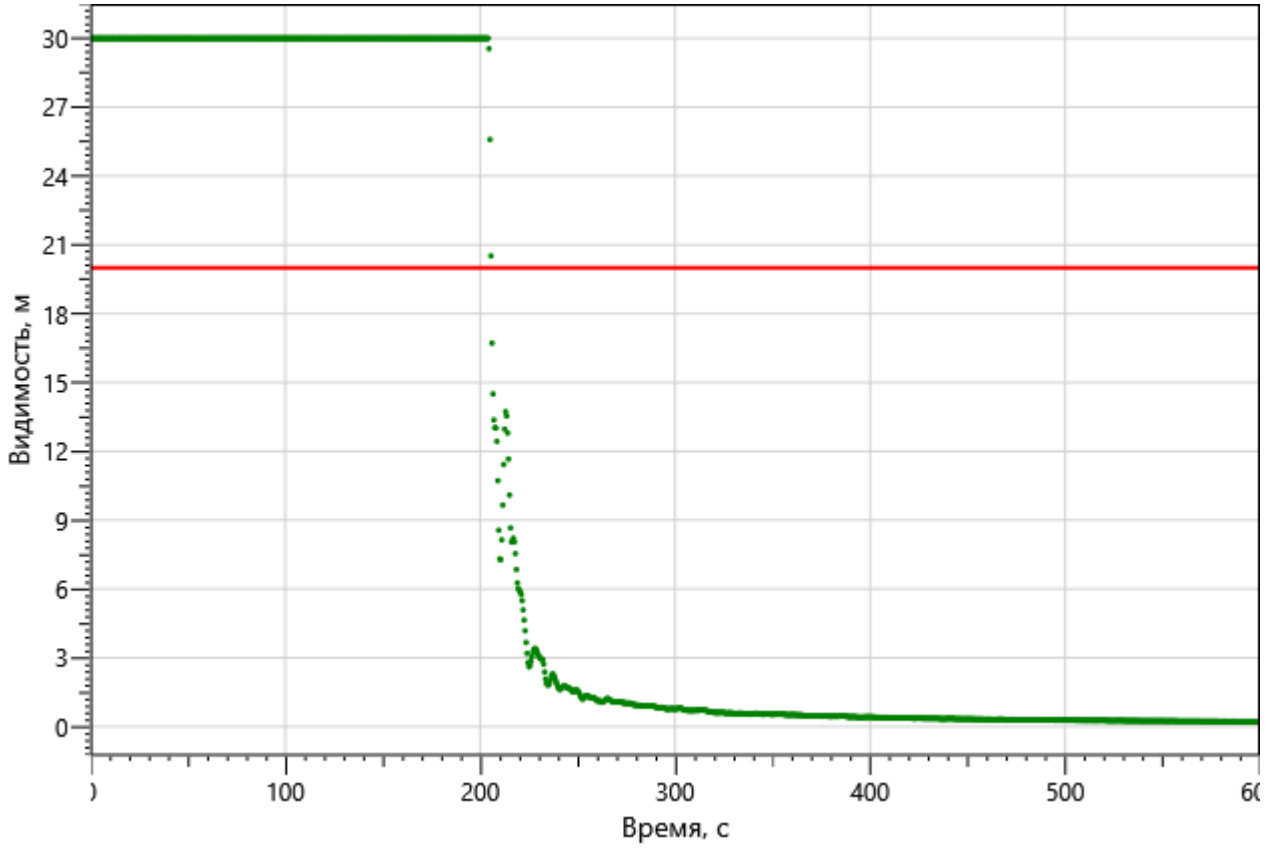


Рисунок 237 - Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

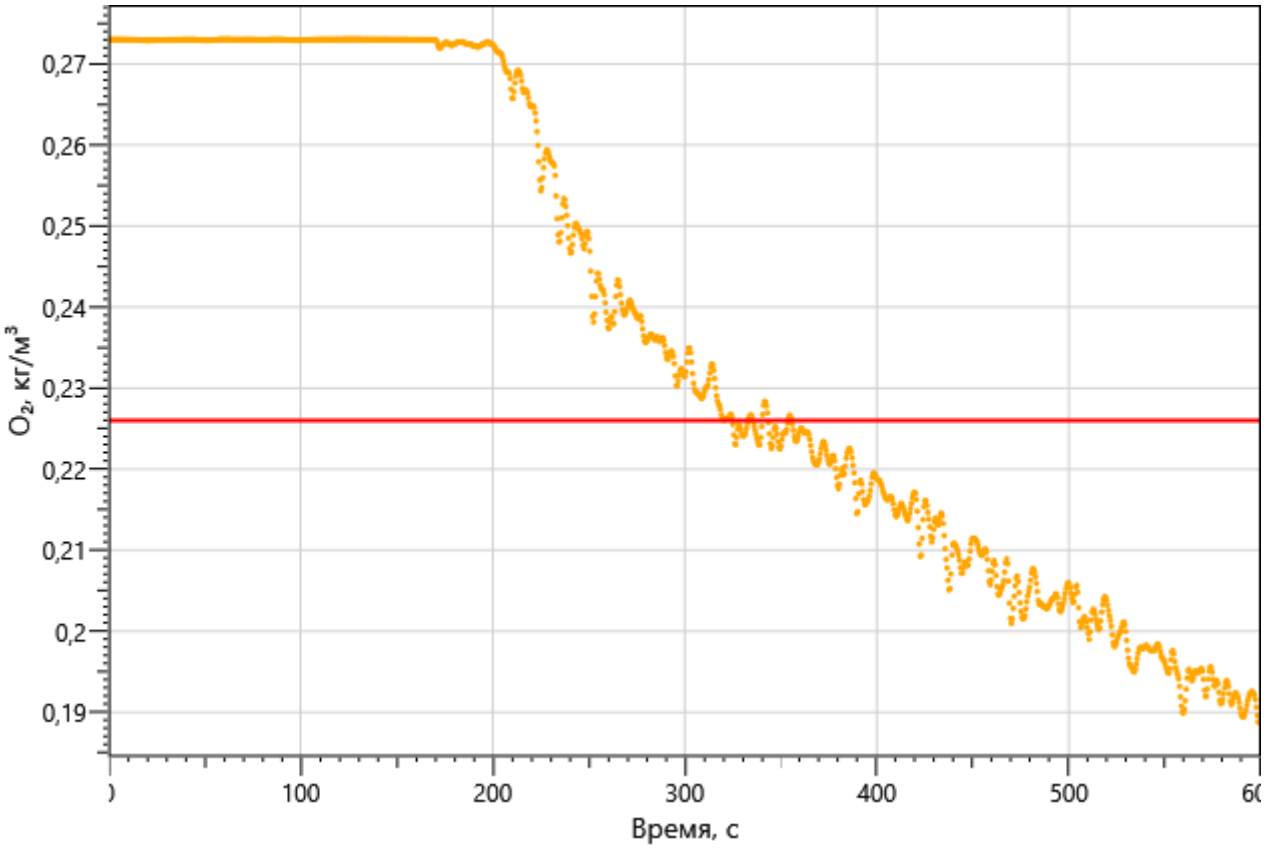


Рисунок 238 - Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

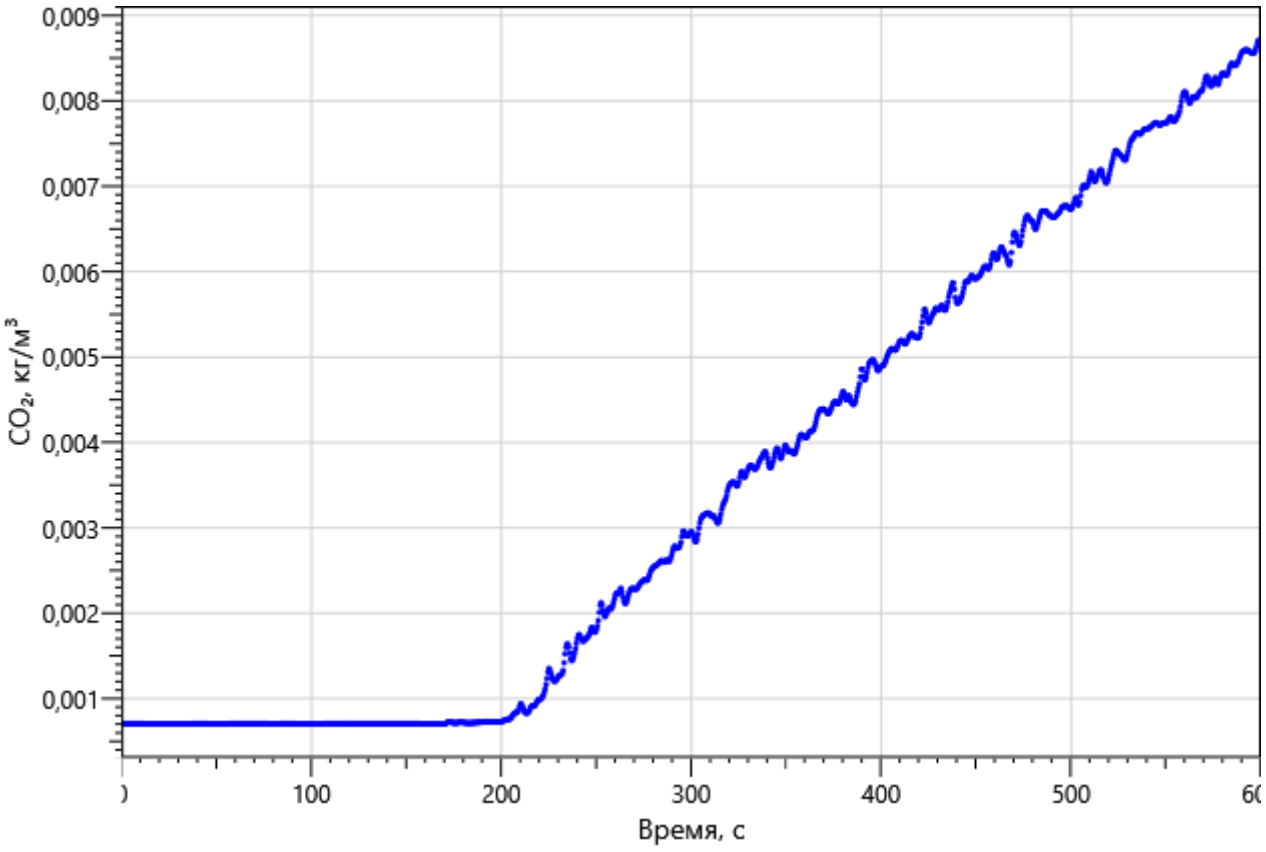


Рисунок 239 - Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

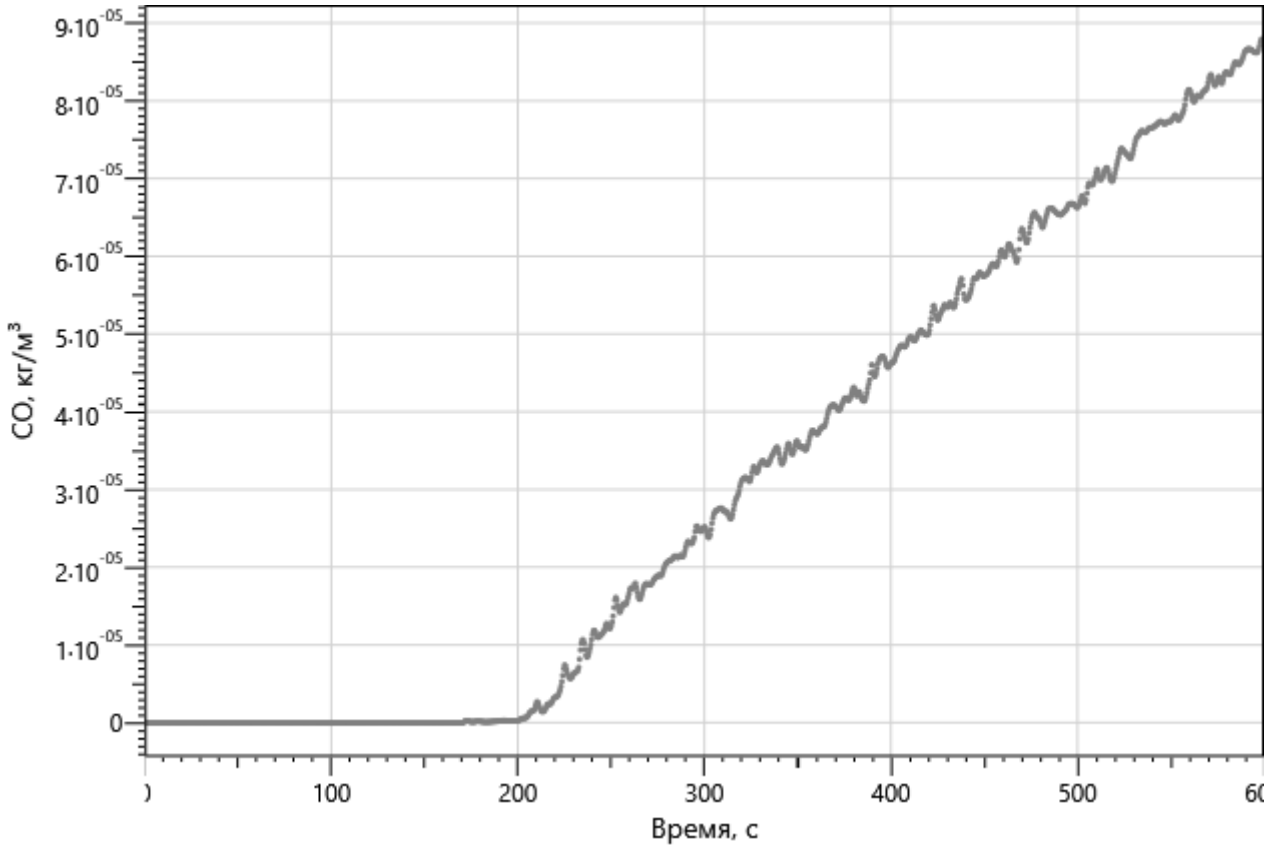


Рисунок 240 - Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

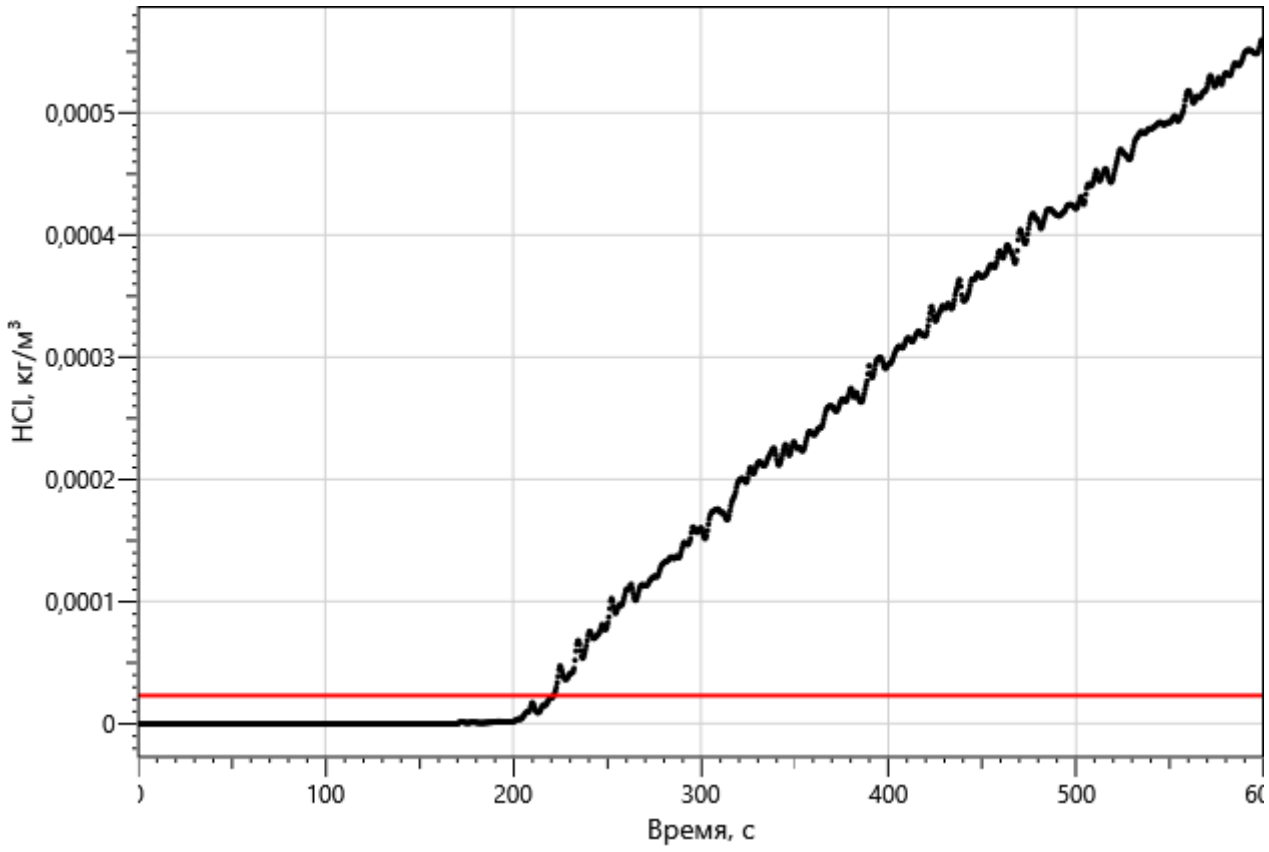


Рисунок 241 - Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

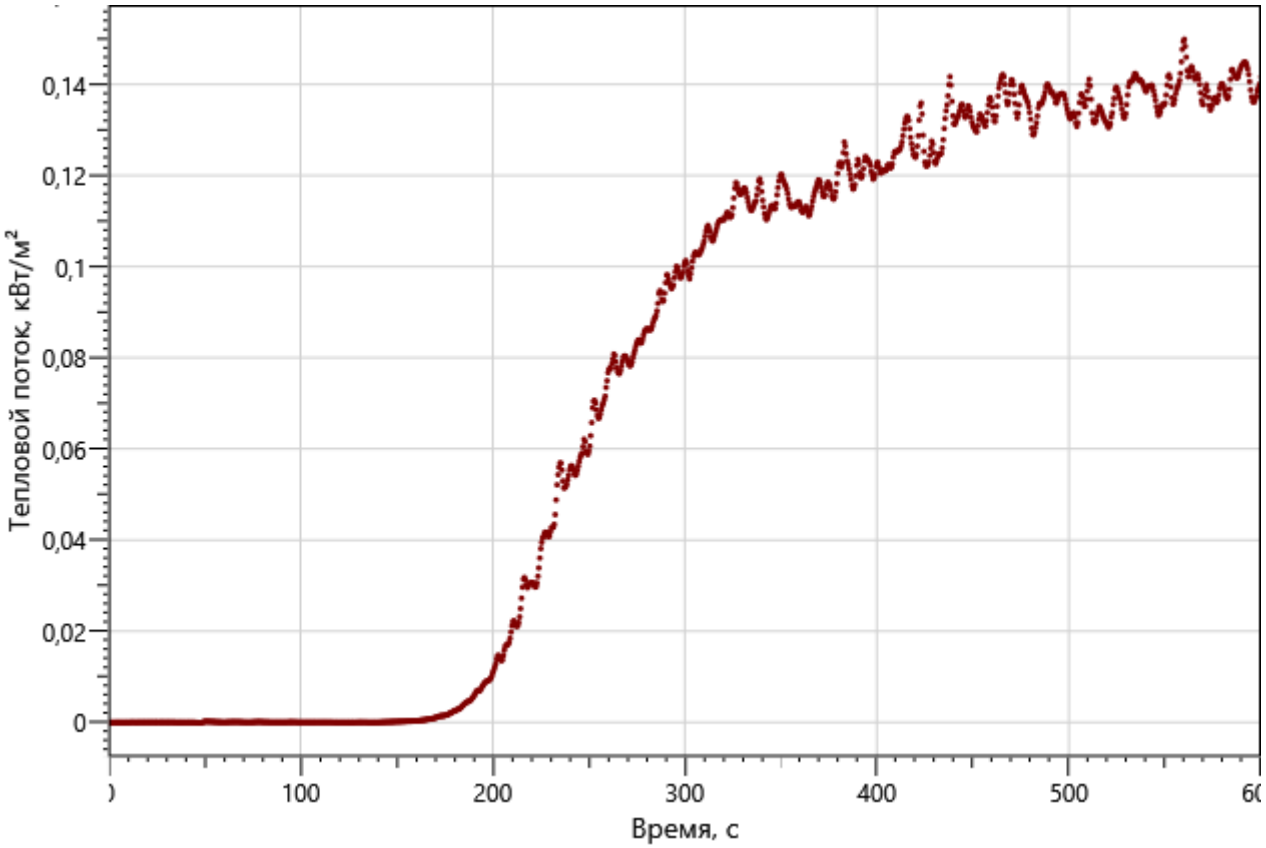


Рисунок 242 - Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

5.4.2. Определение расчетного времени эвакуации людей из здания (сценарий №4)

Пожар происходит в жилой квартире на 20-м этаже секции 5. ОФП распространяются по помещению и за его пределы, при этом создают угрозу блокирования эвакуационного выхода, ведущего на лестничную клетку и ПБЗ.

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

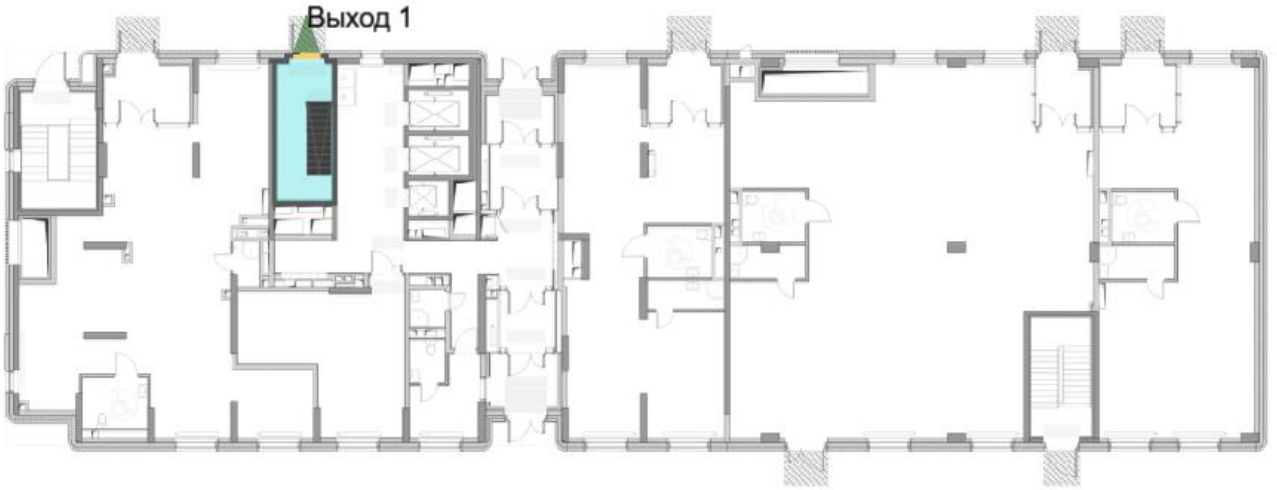


Рисунок 243 – План 1-го этажа и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации



Рисунок 244 – План типового 2-24-го этажа и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации

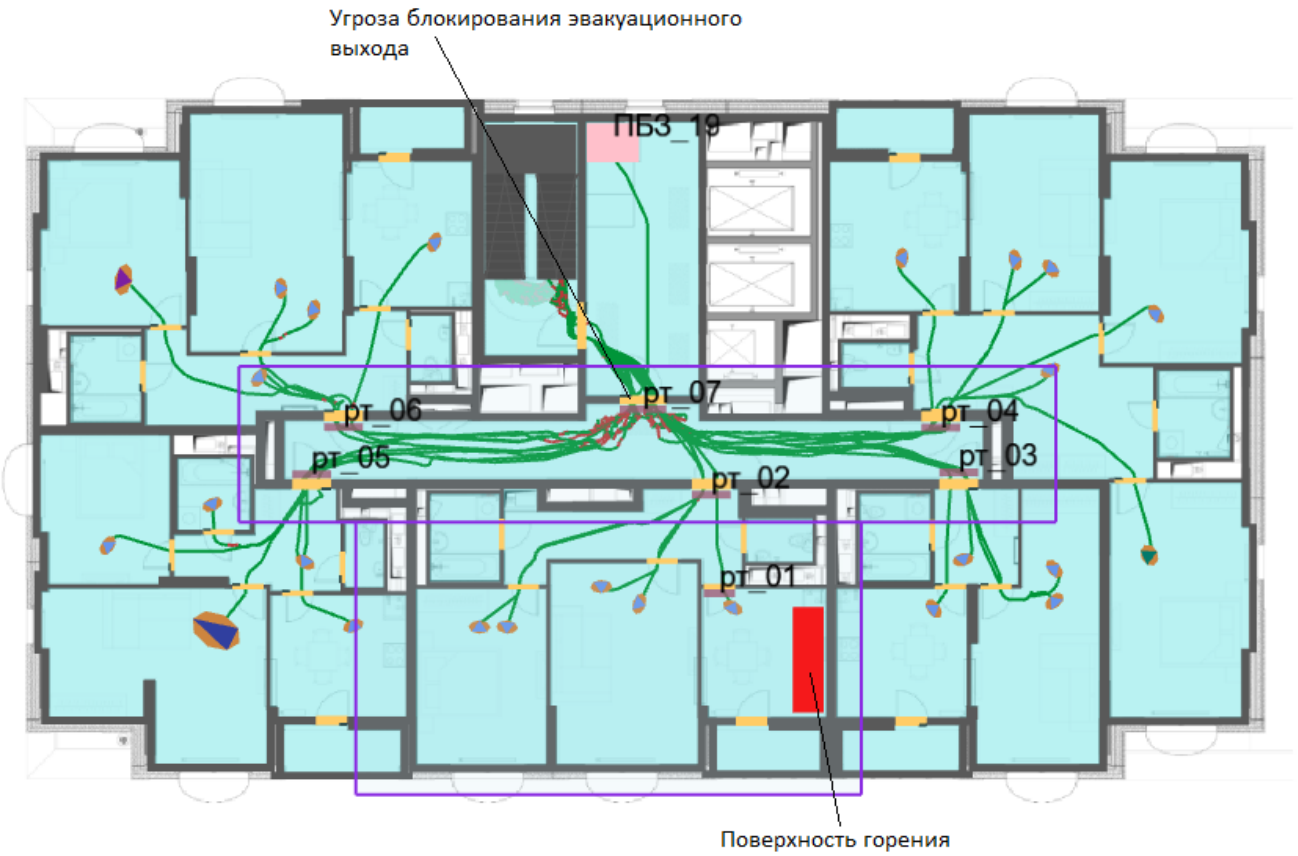


Рисунок 245 - План 20-го этажа и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации

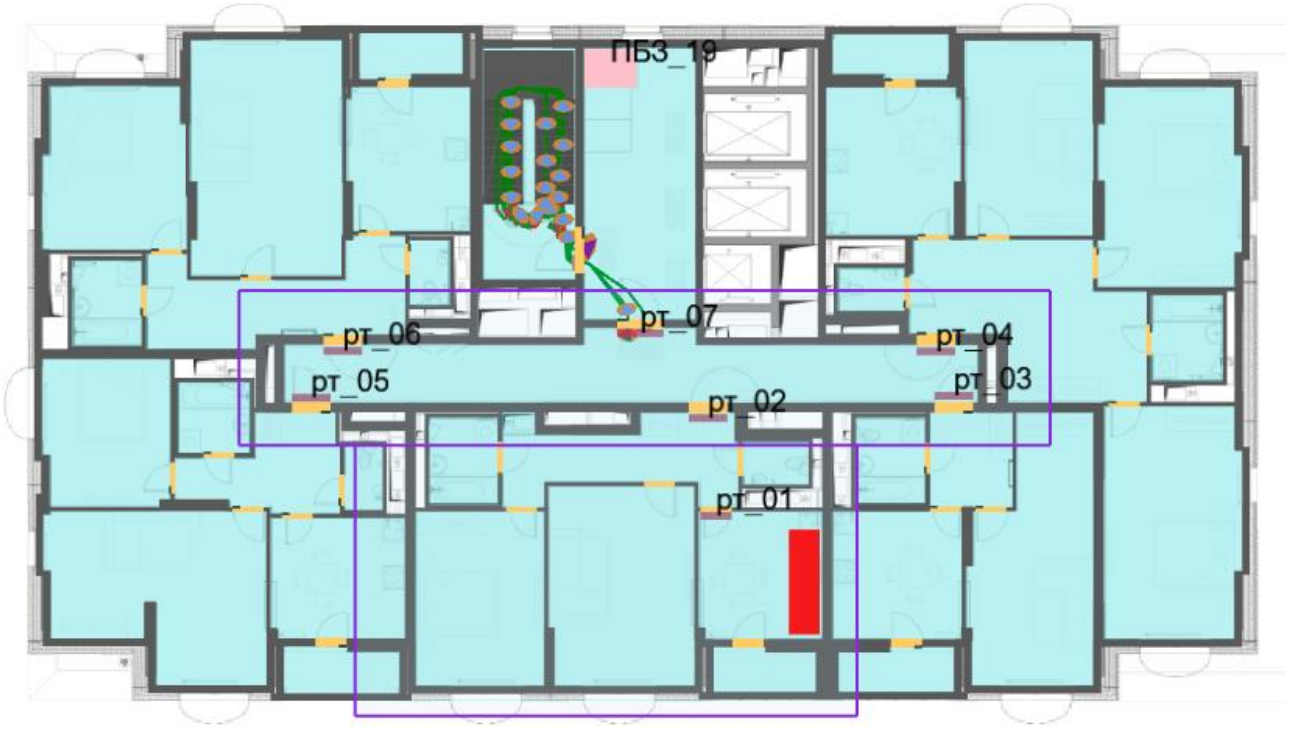


Рисунок 246 - План 20-го этажа и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации (расположение людей на момент полной эвакуации с этажа пожара - 2 мин. 44 сек.)

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:

- $t_{НЭ}$ = 5,6 с – для помещения очага пожара;
- tн.э. = 127,67 с – для всех остальных

Время достижения порогового значения срабатывания ИП: $t_{пор}$ = 47,67 с;

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

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

Время эвакуации: $t_Э = t_{НЭ} + t_Р$ = 888,2 с;

Время существования скоплений: $t_{СК}$ = 4,6 с;

Общее количество людей: 575;

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

– на 2-24 этаже: 23 человек контингента М0-7 (зимняя одежда), 1 человек контингента М4 (зимняя одежда), 1 человек контингента М3 (зимняя одежда), 1 человек контингента М2 (зимняя одежда);

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

Время эвакуации до эвакуационных выходов представлено в таблице ниже:

Таблица 36

Расположение	Наименование	Время первого, с	Время последнего, с	Количество людей
Этаж 1				
	Выход 1	153,6	888,2	552
Этаж 2-24				
	ПБЗ_01-ПБЗ_18	156,2	156,2	18
	ПБЗ_19	154,8	154,8	1
	ПБЗ_20-ПБЗ_23	156,2	156,2	4

Время эвакуации через регистраторы представлено в таблице ниже.

Таблица 37

Расположение	Наименование	Время первого, с	Время последнего, с	Количество людей
Этаж 20				
Помещение 684	рт_01	6,0	6,0	1
Помещение 686	рт_02	9,4	16,0	5
Помещение 670	рт_03	130,8	136,0	4
	рт_04	132,2	144,0	6
	рт_05	130,6	138,0	5
	рт_06	131,2	142,2	5
	рт_07	13,2	164,0	25

5.4.3. Определение вероятности эвакуации людей из здания при пожаре (сценарий №4)

Вероятность эвакуации представлена в таблице ниже.

Таблица 38

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 20						
Помещение 684	рт_01	23,5	18,8	5,6	6,0	0,999
Помещение 686	рт_02	38,0	30,4	5,6	9,4	0,999
Помещение 670	рт_03	189,0	151,2	127,7	136,0	0,999

	рт_04	192,5	154,0	127,7	144,0	0,999
	рт_05	200,0	160,0	127,7	138,0	0,999
	рт_06	199,5	159,6	127,7	142,2	0,999
	рт_07	206,0	164,8	5,6	164,0	0,999

Результаты проведенных расчетов показывают, что максимальное расчетное время эвакуации с этажа пожара составит 2,74 мин. Время выхода из здания составляет 14,80 мин (Выход 1).

Максимальное время движения при плотности потока D больше 0,5 $м^2/м^2$ составляет 0,07 мин

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

Таблица 39

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 №4					
рт_01	0,09	0,10	0,31	0,999	**Безопасно**
рт_02	0,09	0,15	0,50	0,999	**Безопасно**
рт_03	2,12	2,26	2,52	0,999	**Безопасно**
рт_04	2,12	2,40	2,56	0,999	**Безопасно**
рт_05	2,12	2,30	2,67	0,999	**Безопасно**
рт_06	2,12	2,37	2,66	0,999	**Безопасно**
рт_07	0,09	2,73	2,75	0,999	**Безопасно**

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

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

5.4.4. Определение величины индивидуального пожарного риска (сценарий №4)

Частота возникновения пожаров в здании $2{,}60 \cdot 10^{-2}$.

Вероятность эффективного срабатывания систем противопожарной защиты:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

и равна $Р_{Э,i,j}$ = 0,999.

Расчетная величина индивидуального пожарного риска R_i рассчитывается по формуле:

$$R_{,i}=Qn,l \cdot (1-K_{an,i}) \cdot P_{пр,l} \cdot (1-P_{э,i}) \cdot (1-K_{п.з,i})$$ и равна

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

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

Таблица 40

№ сценария пожара	Группа эвакуируемого контингента	Вероятность присутствия и спасения людей	Вероятность возникновения пожара	Вероятность эвакуации	Коэффициент соответствия системы противопожарной защиты, $К_{пз,i}$	Расчетная величина пожарного риска для группы эвакуируемого контингента	Расчетная величина пожарного риска
4 (Секция 5)	М0-7 (зимняя одежда)	$Р_{пр,i}$ = 1	$2{,}60 \cdot 10^{-2}$	0,999	0,8704	$0{,}33 \cdot 10^{-6}$	$0{,}33 \cdot 10^{-6}$
	Пожилые немощные люди	$Р_{пр,i}$ = 1	$2{,}60 \cdot 10^{-2}$	0,999	0,8704	$0{,}33 \cdot 10^{-6}$	
	Люди с поражением ОДА (1 опора)	$Р_{пр,i}$ = 1	$2{,}60 \cdot 10^{-2}$	0,999	0,8704	$0{,}33 \cdot 10^{-6}$	
	Инвалиды на креслах-колясках	$Р_{пр,i}$ = 1	$2{,}60 \cdot 10^{-2}$	0,999	0,8704	$0{,}33 \cdot 10^{-6}$	

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

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

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

5.5. Сценарий №5 (Секция 6)

5.5.1. Расчет времени блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара (сценарий №5)

Пожар происходит в жилой квартире на 7-м этаже секции 6. ОФП распространяются по помещению и за его пределы, при этом создают угрозу блокирования эвакуационного выхода, ведущего на лестничную клетку и ПБЗ.

Дверь помещения очага пожара, а также двери на путях эвакуации принимались открытыми. Двери в смежные помещения принимались закрытыми. Размер ячейки области расчета, используемой в сценарии равен 0,25м. Высота этажа пожара (от пола до потолка) и помещения очага пожара равна 2,72 м.

При моделировании пожара была учтена работа противодымной вентиляции: система дымоудаления (ДВ3.6.1 = 17895 м^3/ч), система приточной противодымной вентиляции (ДП3.6.1 = 7800 м3/ч).

Время срабатывания систем ПДВ с момента срабатывания СПС:

- противодымная вентиляция - 60 секунд;
- приточная вентиляция - 80 секунд.

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:

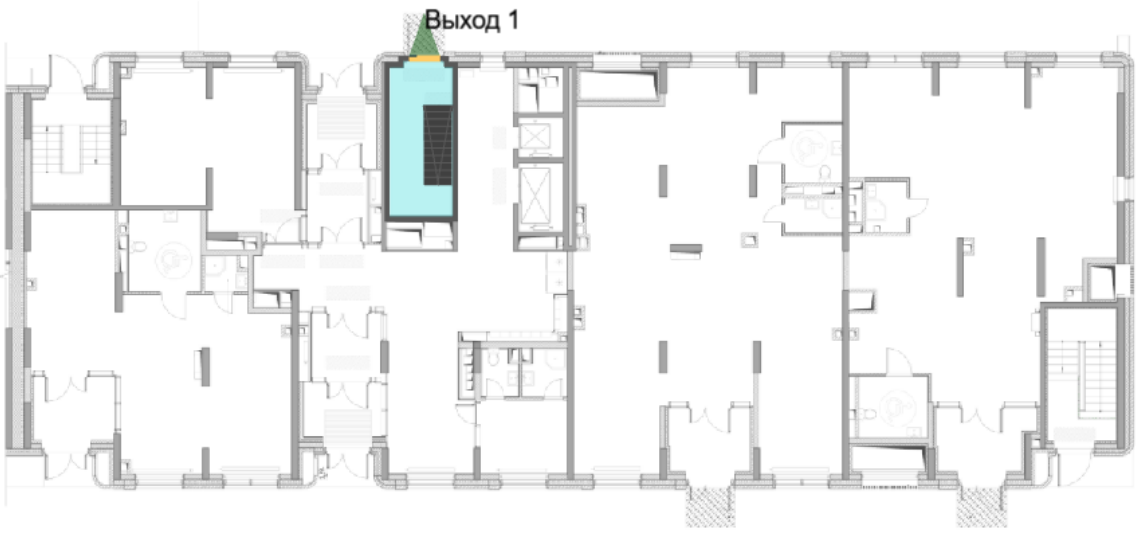


Рисунок 247 - Компьютерная модель 1-го этажа



Рисунок 248 - Компьютерная модель типового 2-15-го этажа



Рисунок 249 - Компьютерная модель 7-го этажа с поверхностью горения и нанесенными расчетными точками

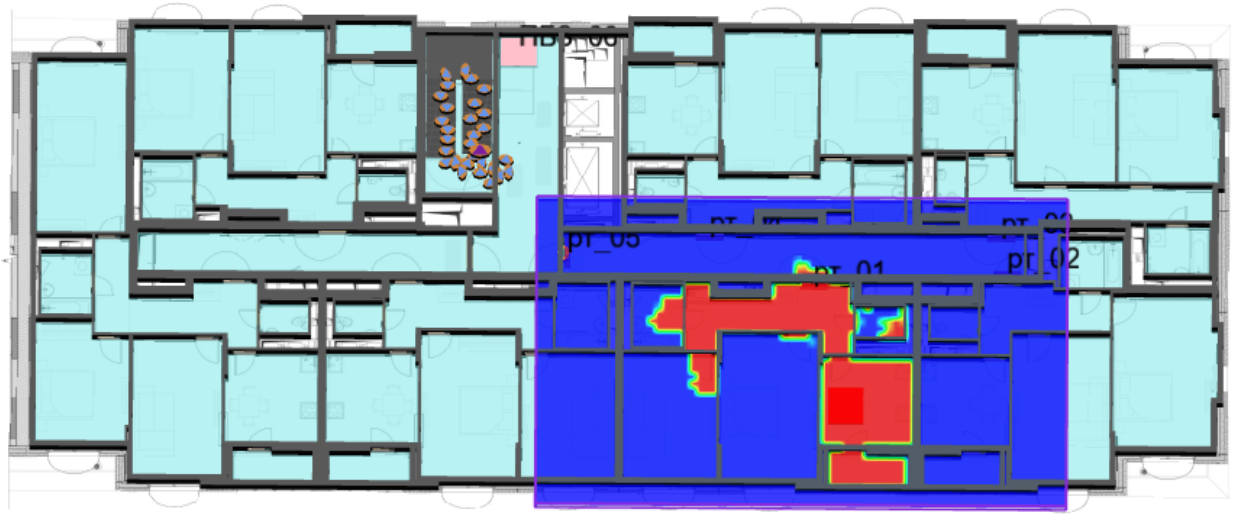


Рисунок 250 - Компьютерная 3D модель 7-го этажа с предполагаемой поверхностью горения и нанесенными расчётными точками (плотность дыма на момент полной эвакуации людей с этажа пожара - 2 мин.57 сек.)

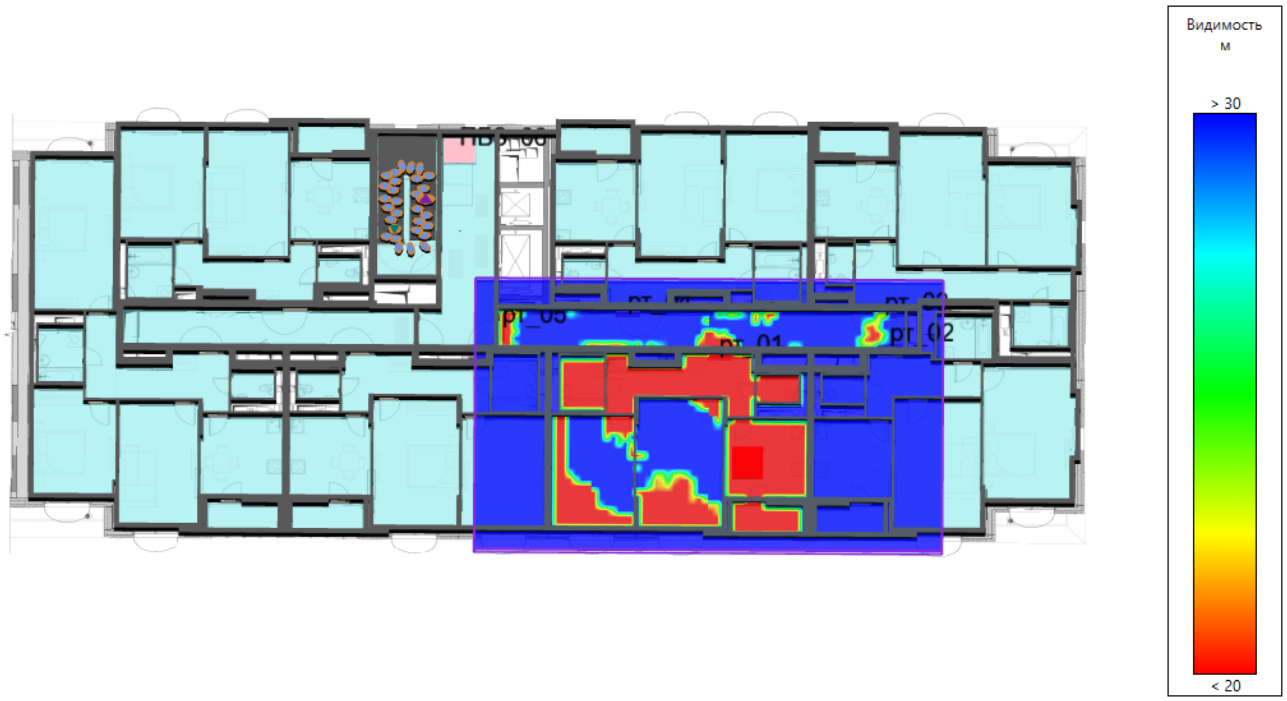


Рисунок 251 - Компьютерная 3D модель 20-го этажа с предполагаемой поверхностью горения и нанесенными расчётными точками

(плотность дыма на момент наступления ОФП до рт_05 - 3 мин.46 сек.)

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

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

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

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

$$R_n = 0{,}0108 \frac{м}{с} \cdot 177{,}0\ сек. \cdot 1{,}25 = 2{,}38\ м$$

$$S = 3{,}14 \cdot 2{,}38^2 = 17{,}78\ м^2$$

Параметры горючей нагрузки (Мебель + бытовые изделия (здание I-II ст. огнест.)), использовавшейся при моделировании представлены в таблице ниже.

Таблица 41

Параметр	Единица измерения	Значение
Низшая теплота сгорания	кДж/кг	13800
Линейная скорость распространения пламени	м/с	0,0108
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 42

Расположение	Наименование	Время блокирования по каждому ОФП, с						
		Температура воздуха	Тепловой поток	Видимость	O_2	CO_2	CO	HCl
Этаж 3								
Помещение 300	рт_01	68,5	126	38,6	76,5	>600	>600	43
Помещение 274	рт_02	283,5	>600	229	428	>600	>600	240
	рт_03	284	>600	227	431,5	>600	>600	239
	рт_04	282,5	>600	244	433,5	>600	>600	246,5
	рт_05	279,5	>600	226	425	>600	>600	230,5

Ниже представлены графики изменения опасных факторов пожара для регистраторов:

рт_01

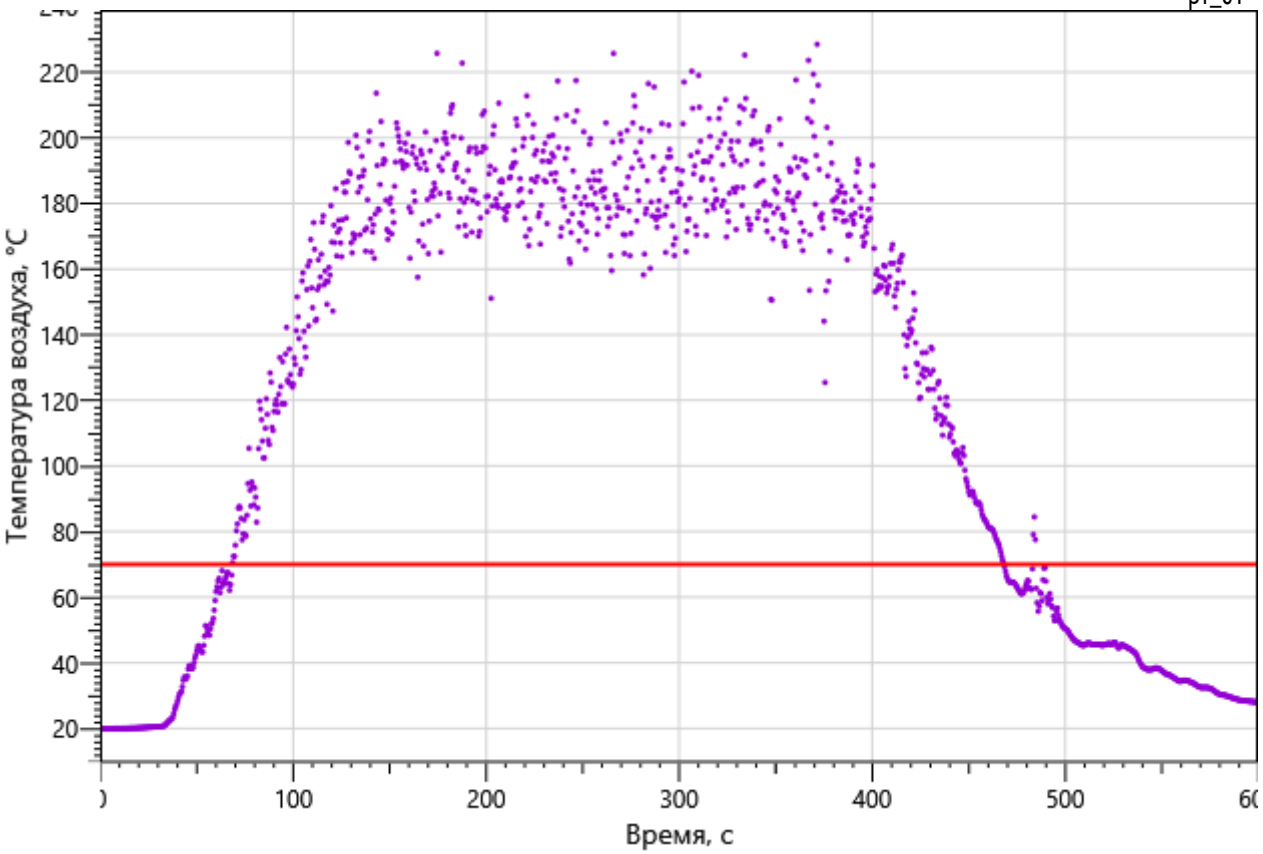


Рисунок 252 - Зависимость температуры от длительности пожара

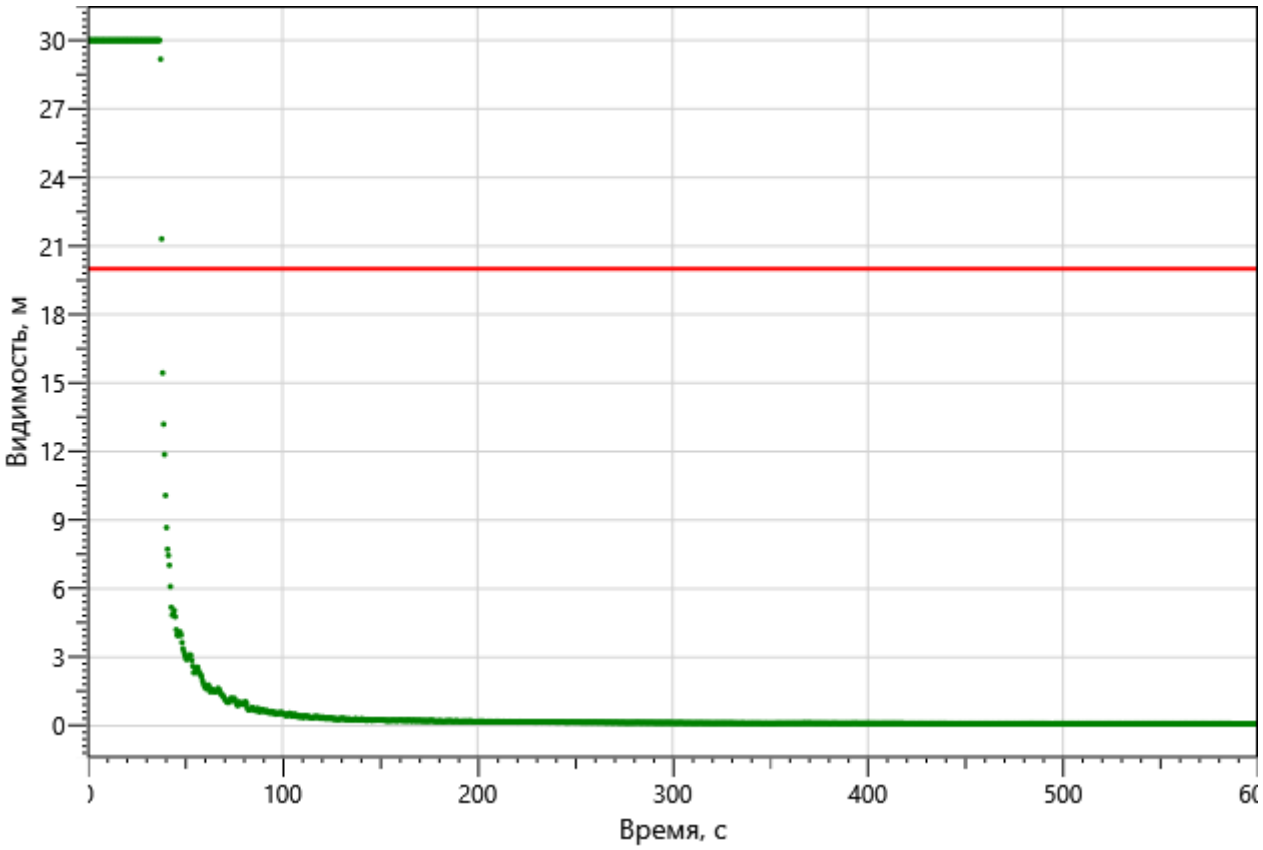


Рисунок 253 - Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

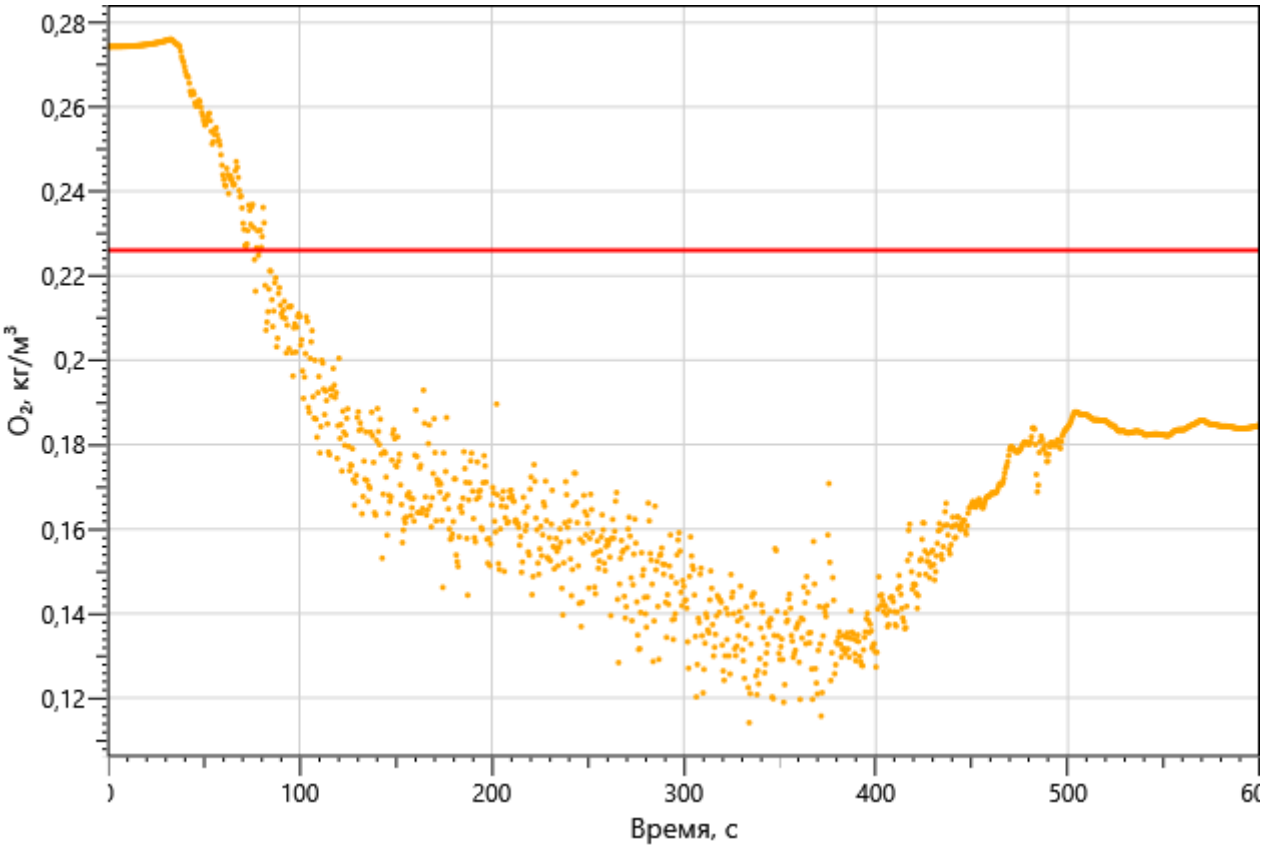


Рисунок 254 - Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

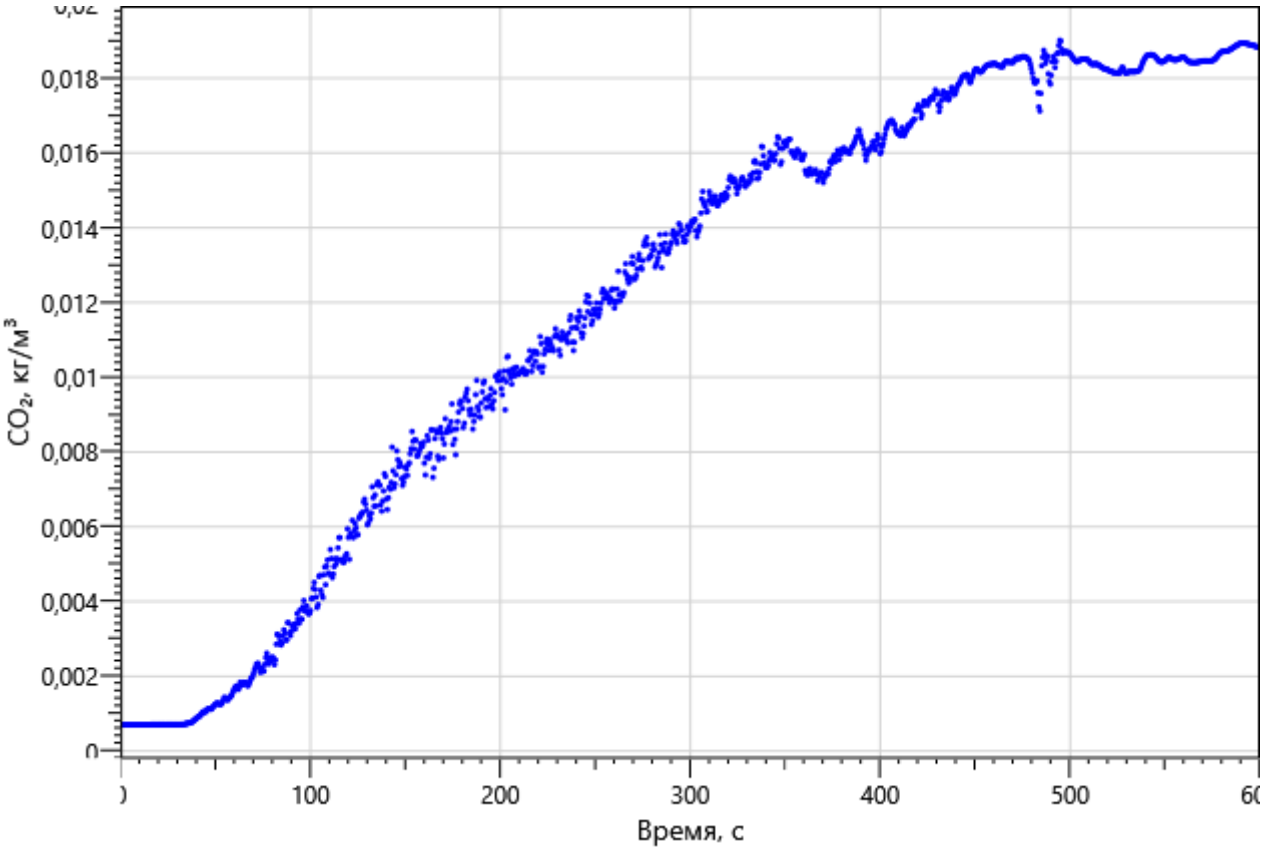


Рисунок 255 - Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

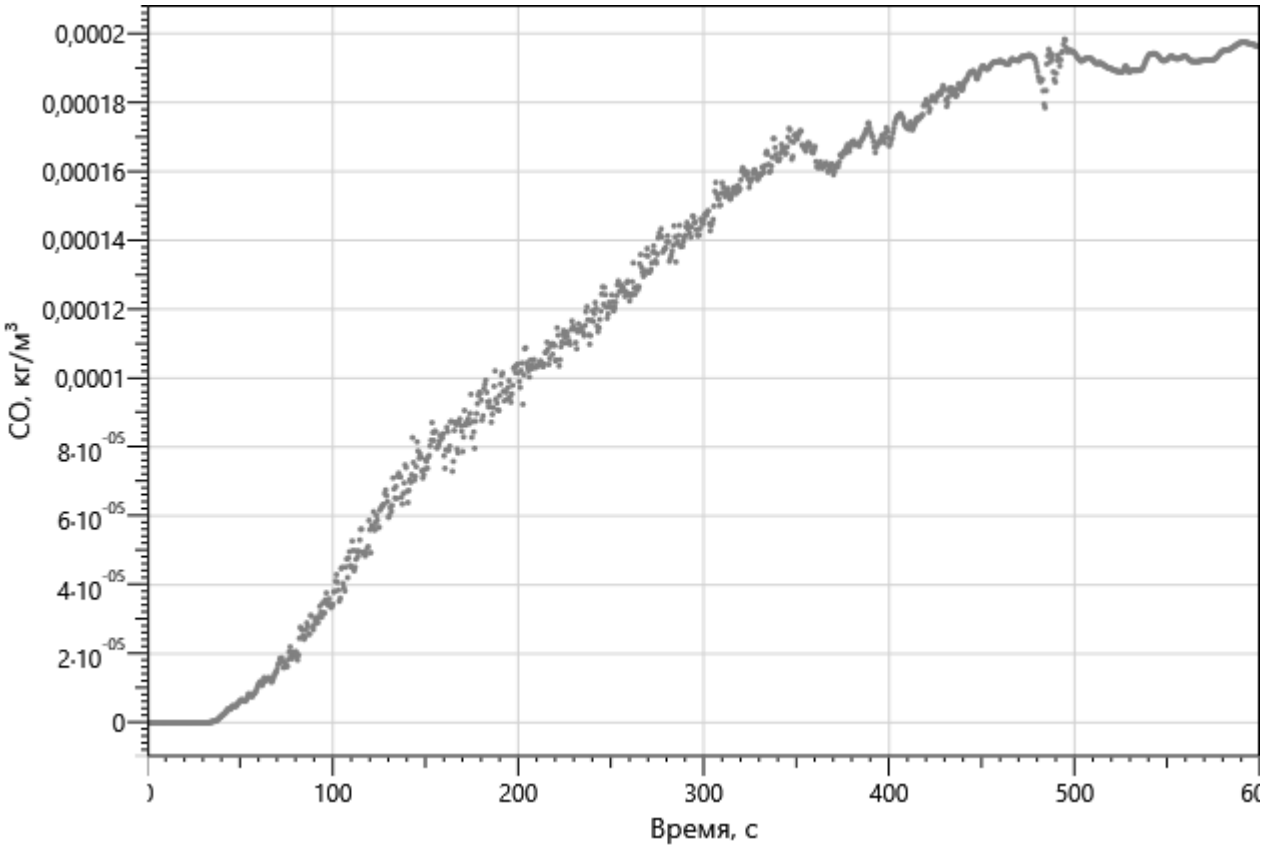


Рисунок 256 - Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

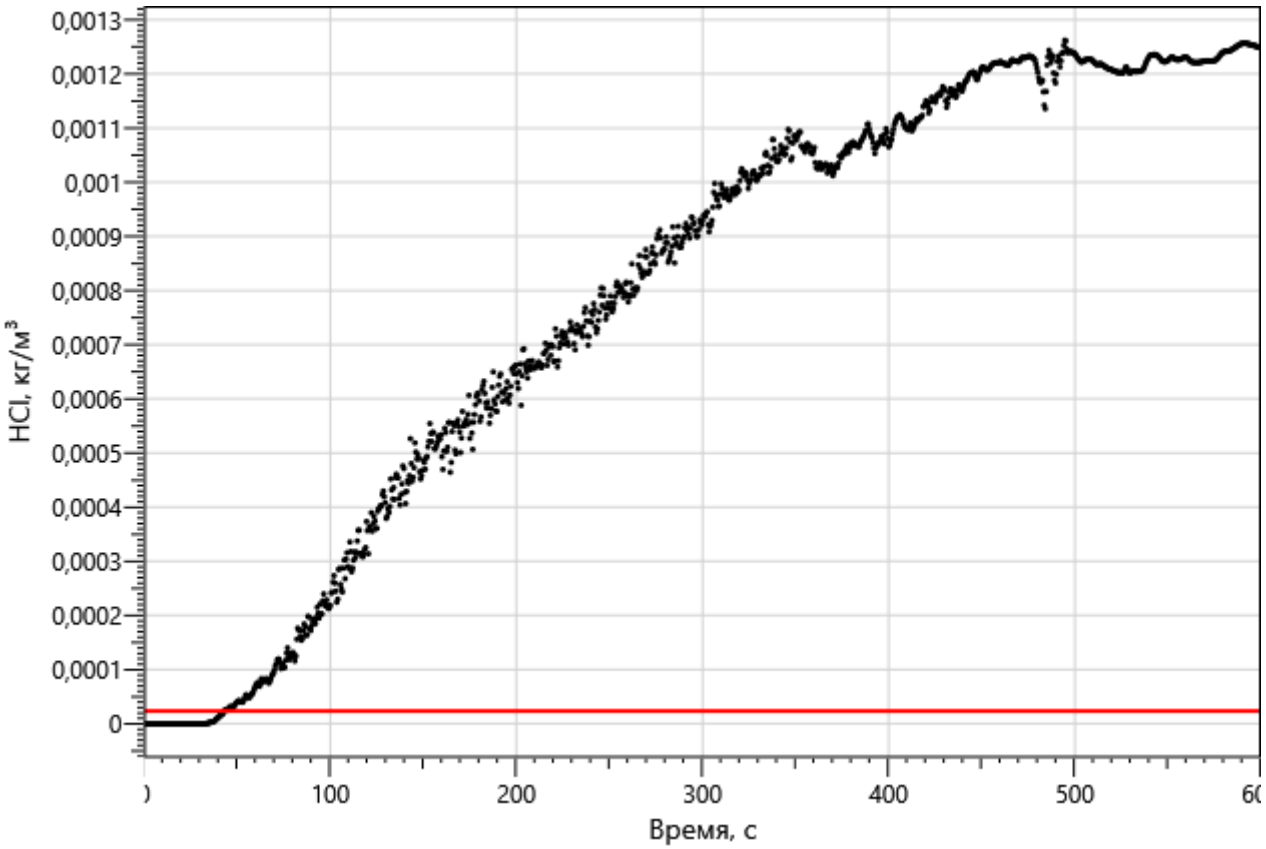


Рисунок 257 - Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

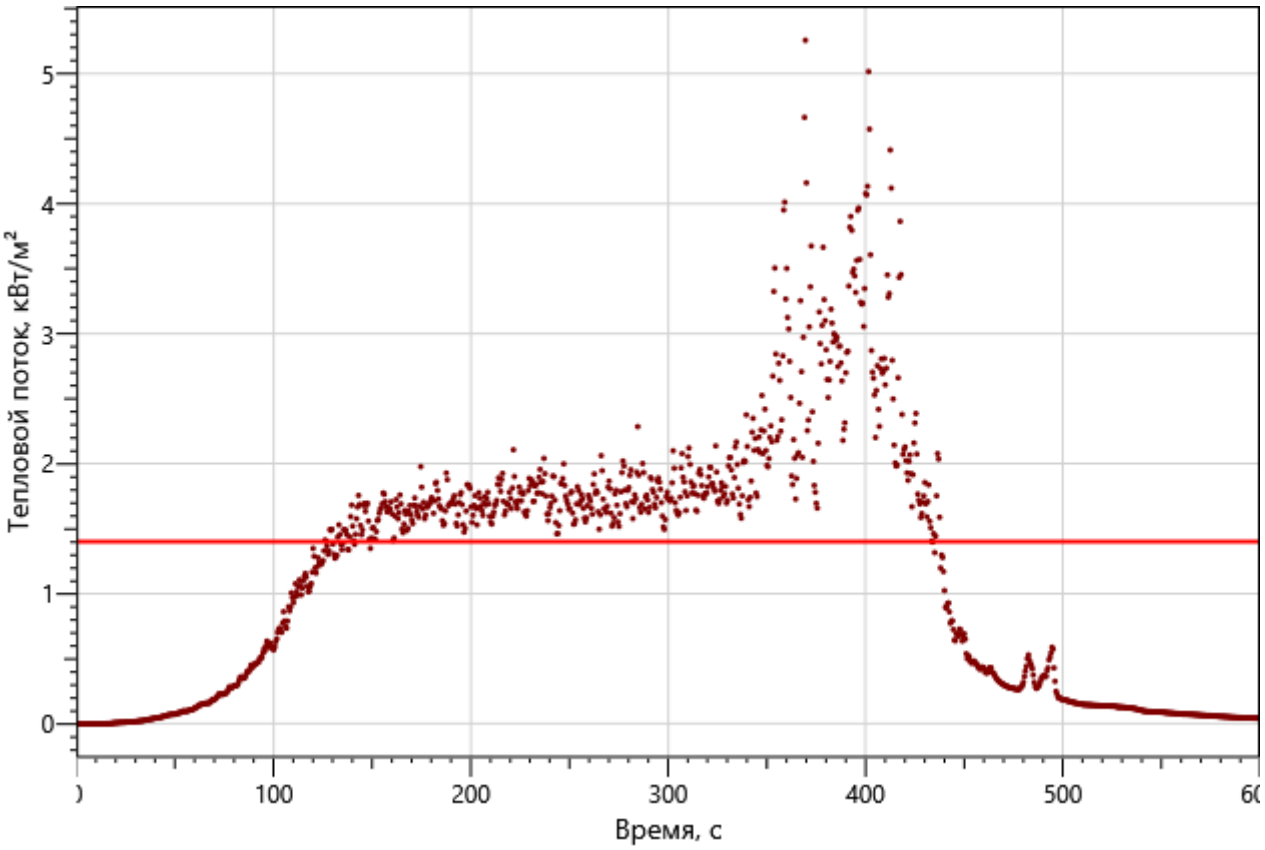


Рисунок 258 - Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

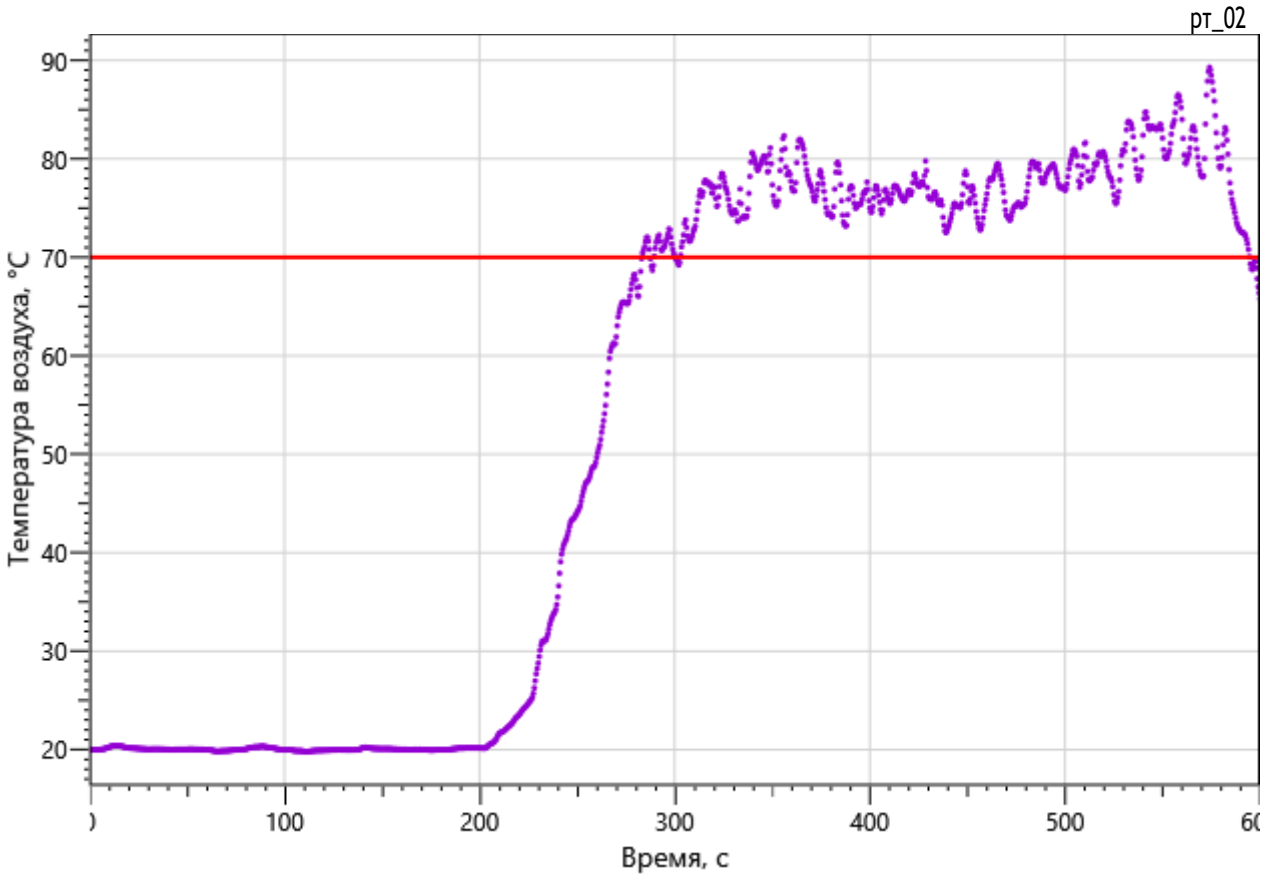


Рисунок 259 - Зависимость температуры от длительности пожара

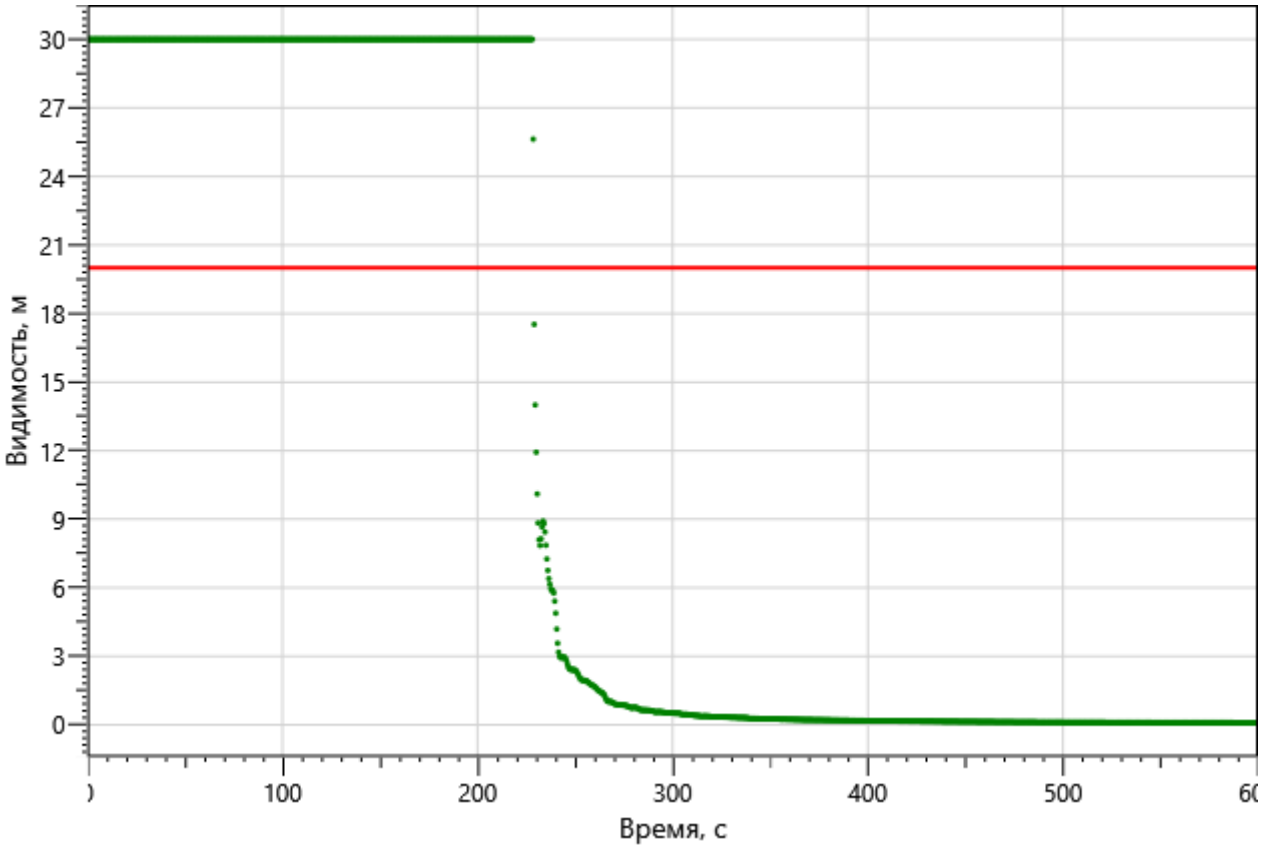


Рисунок 260 - Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

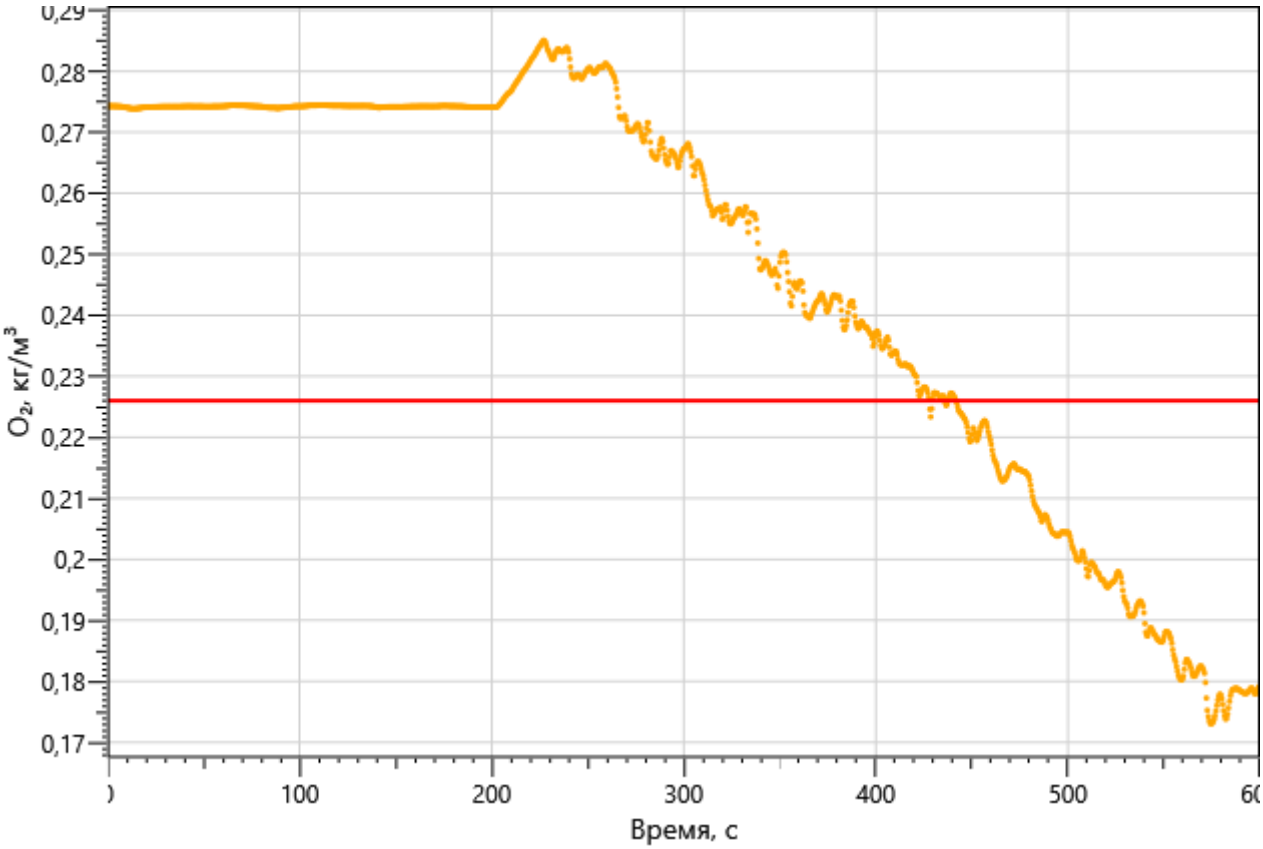


Рисунок 261 - Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

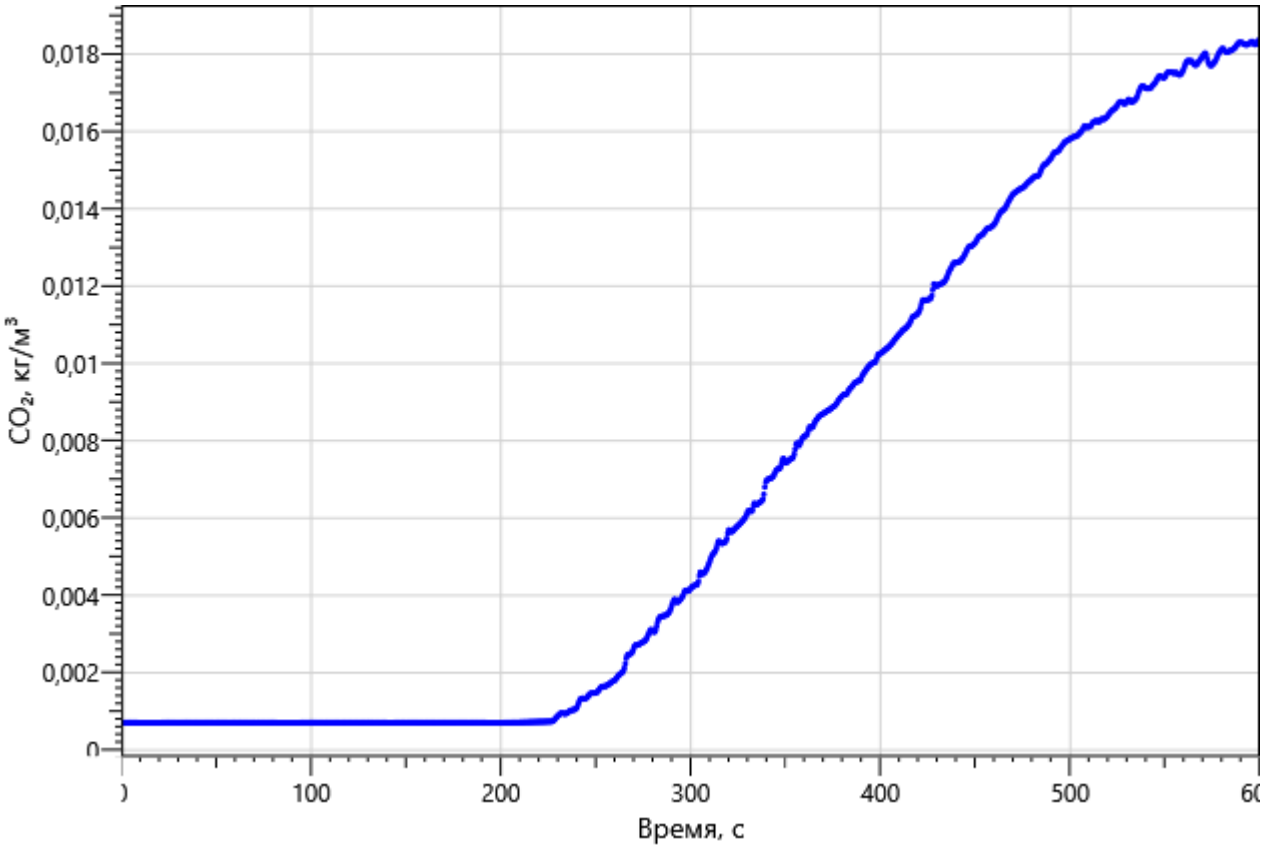


Рисунок 262 - Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

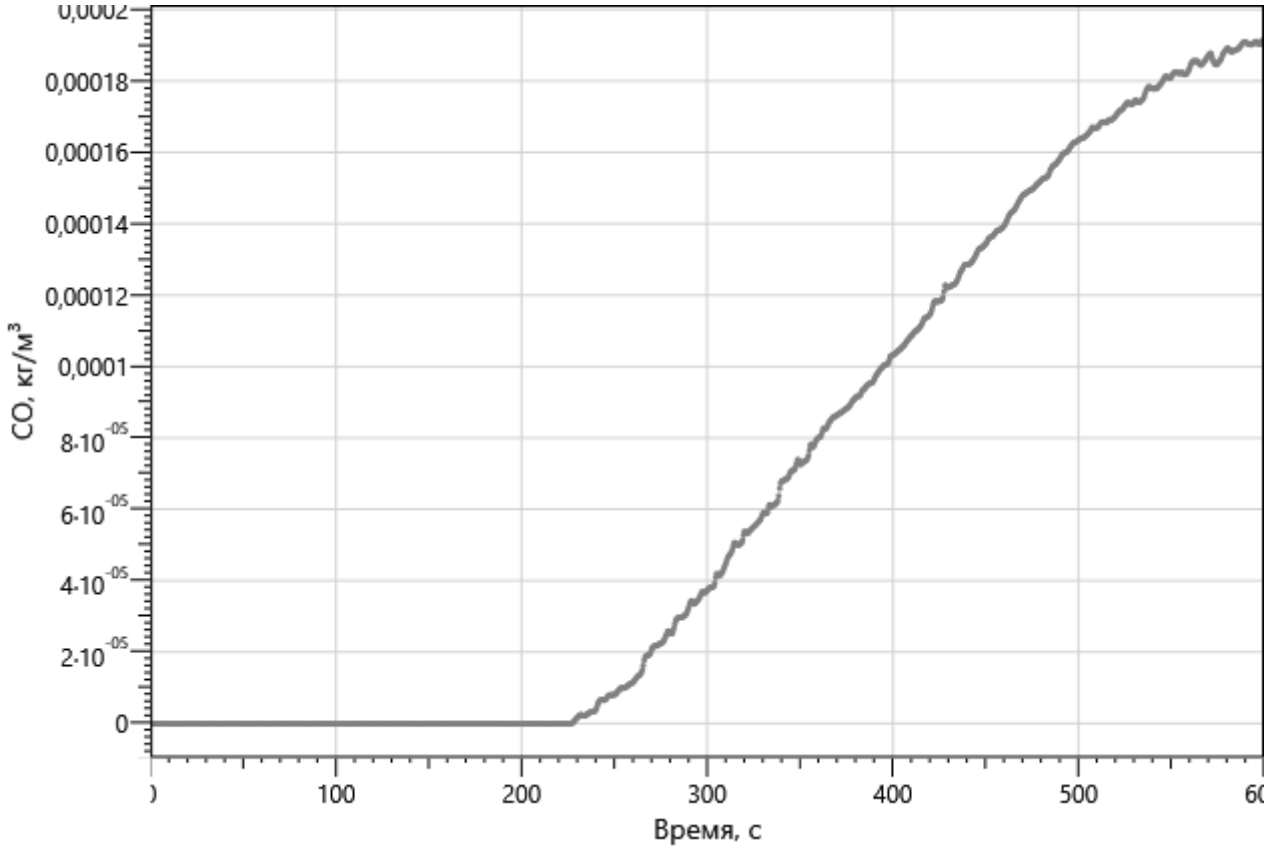


Рисунок 263 - Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

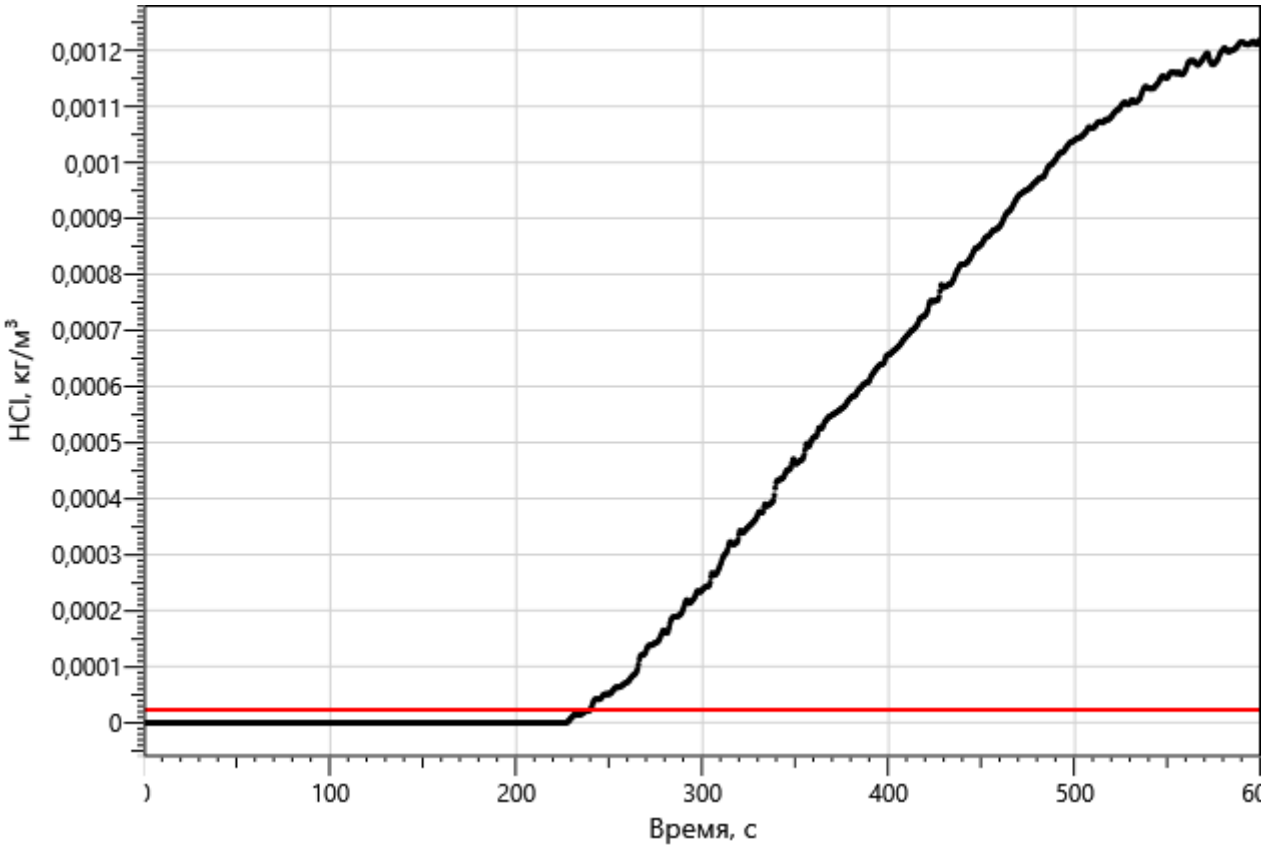


Рисунок 264 - Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

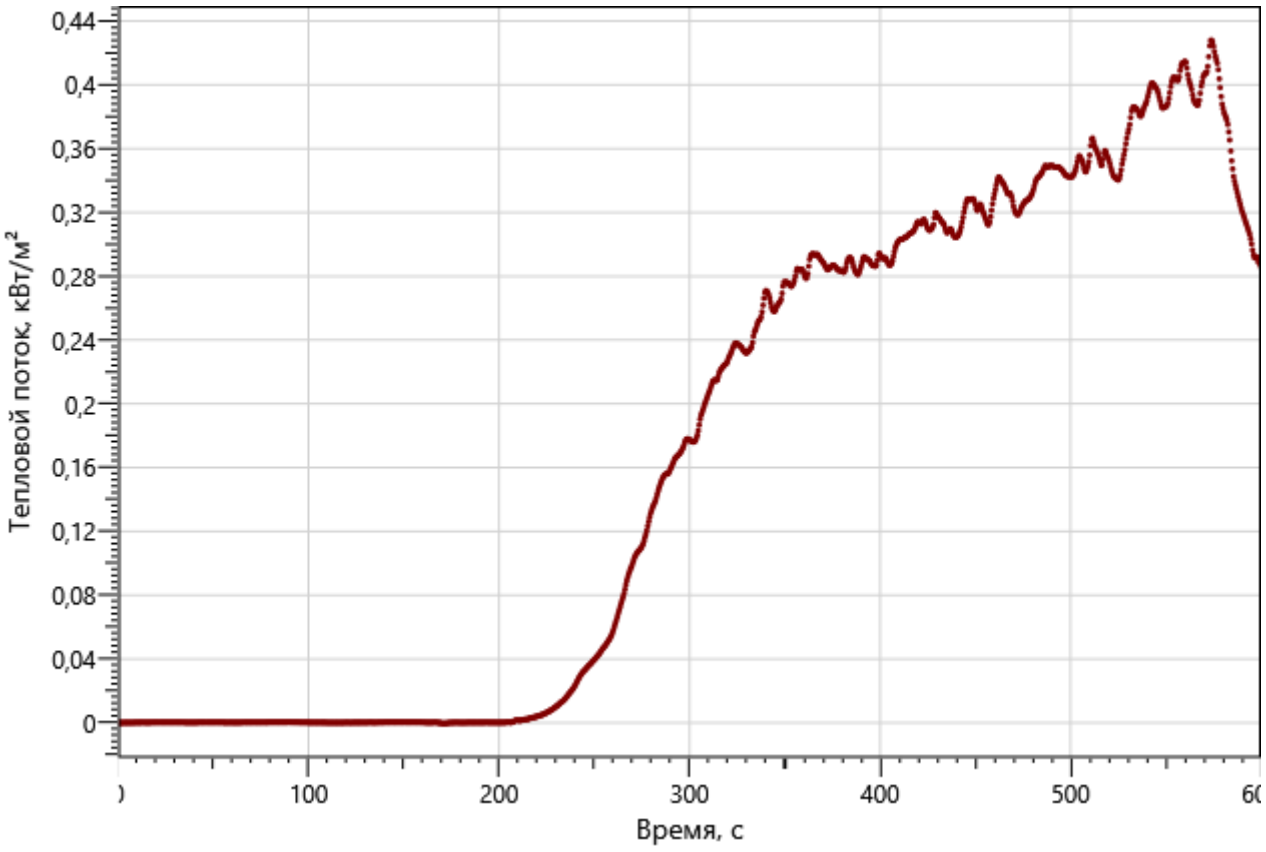


Рисунок 265 - Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

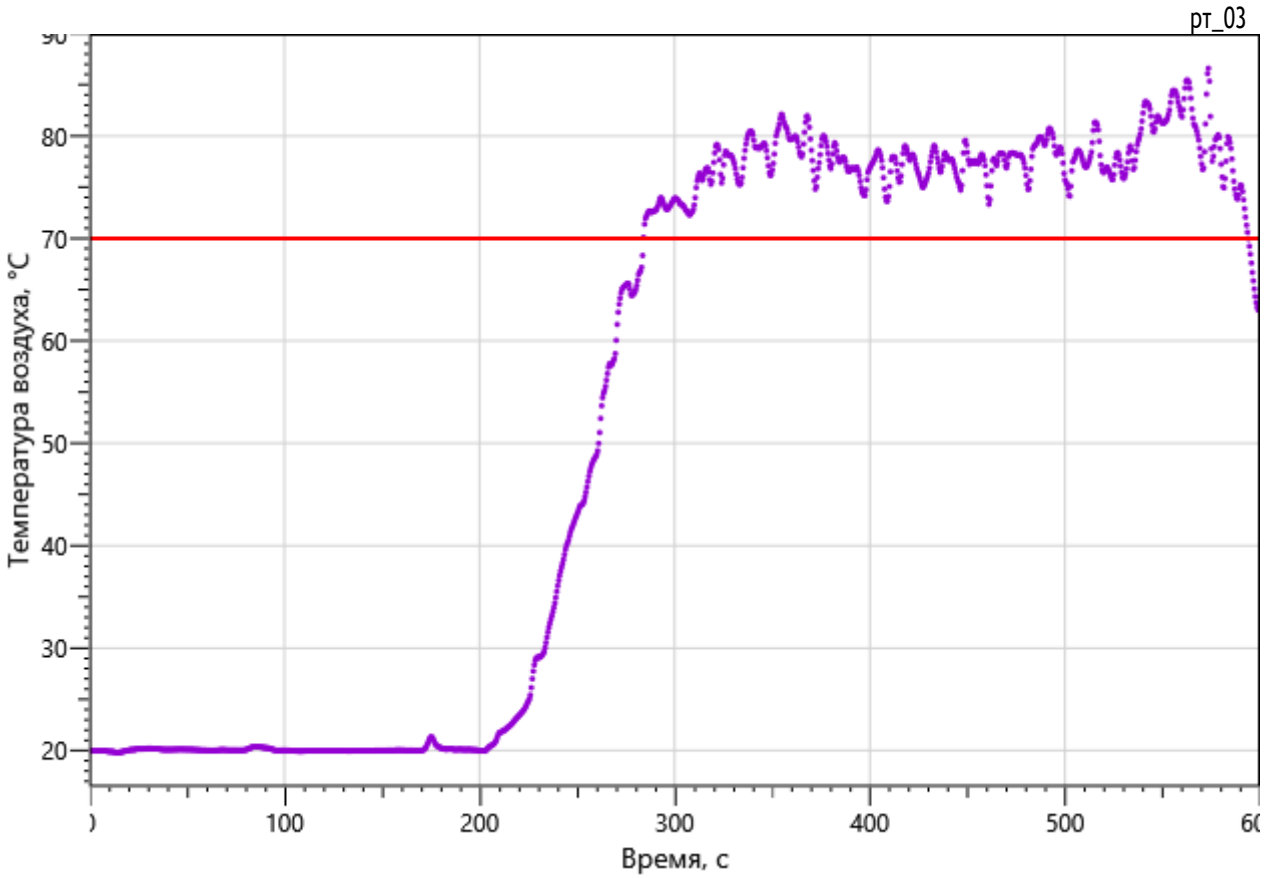


Рисунок 266 - Зависимость температуры от длительности пожара

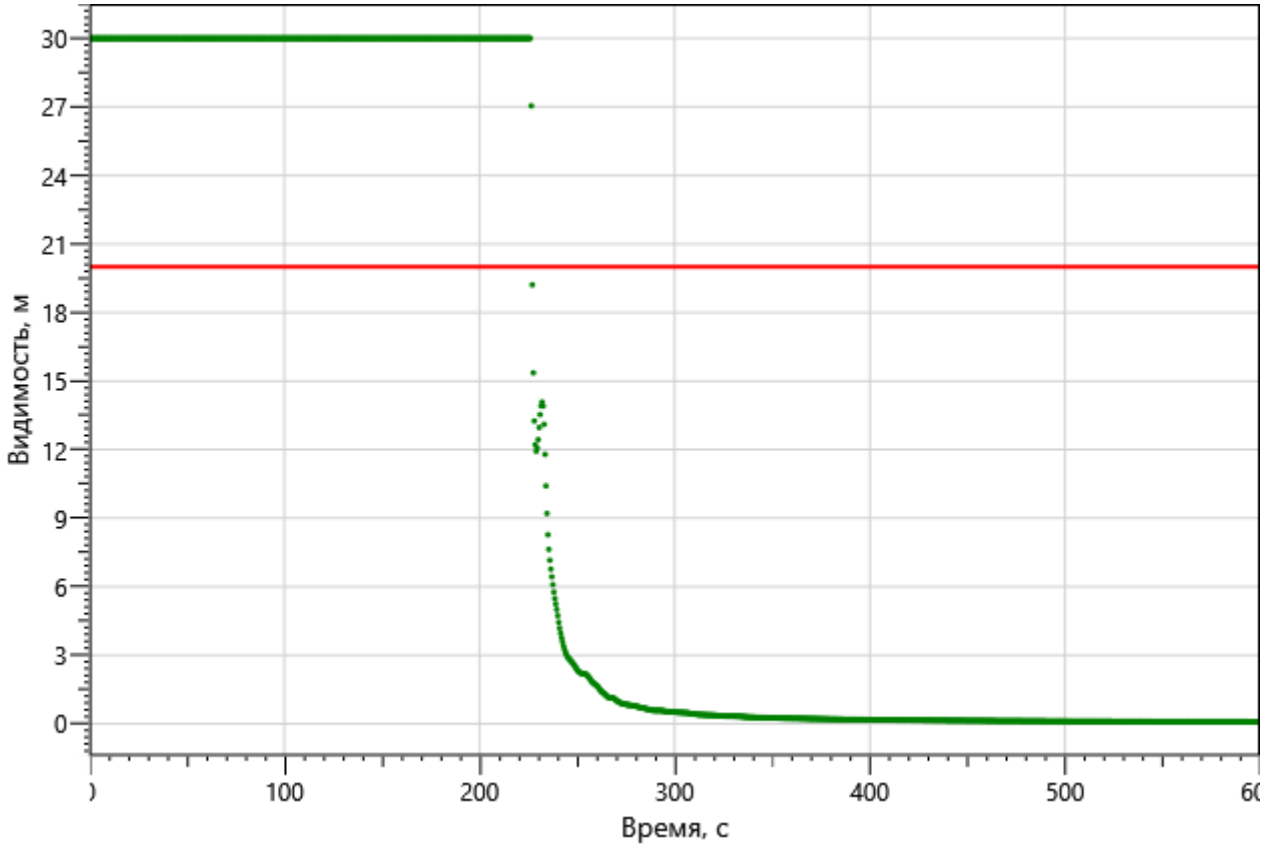


Рисунок 267 - Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

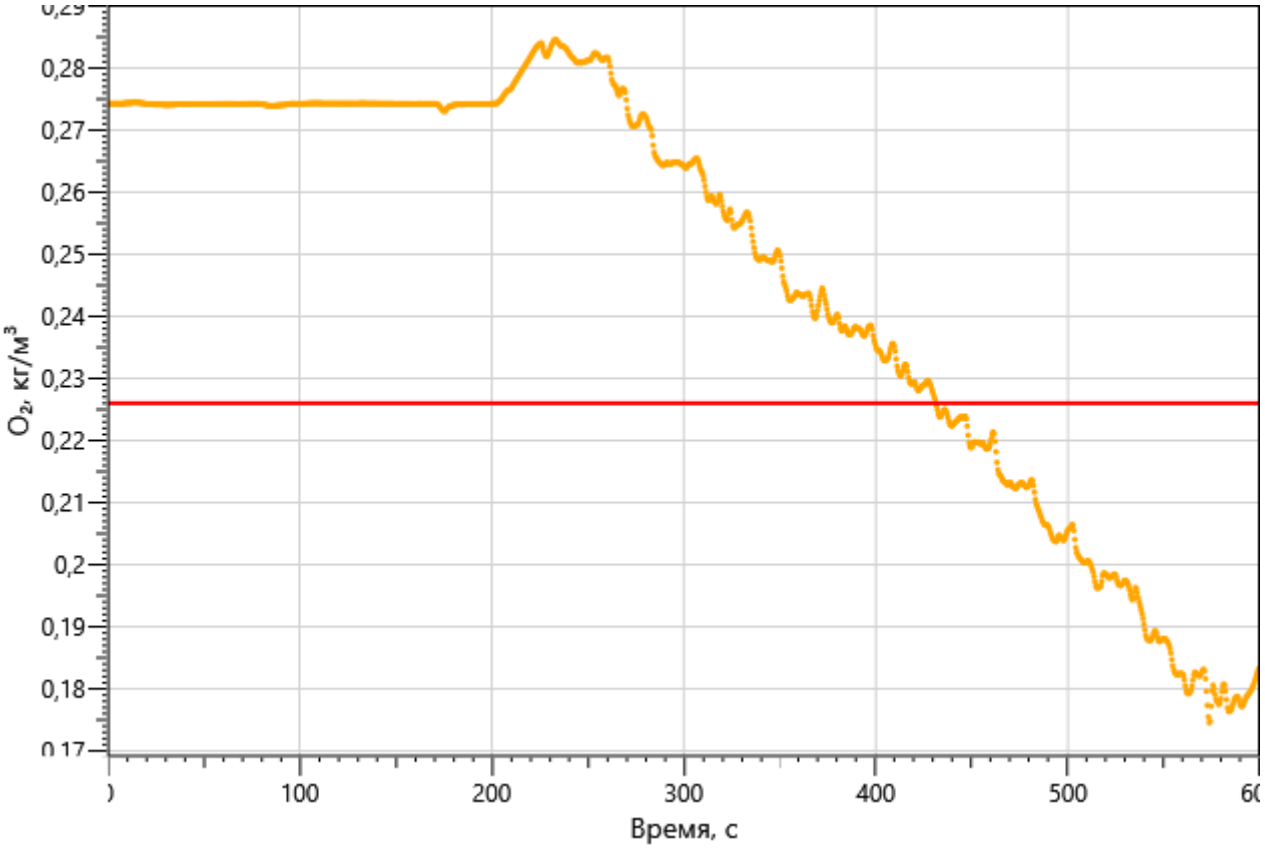


Рисунок 268 - Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

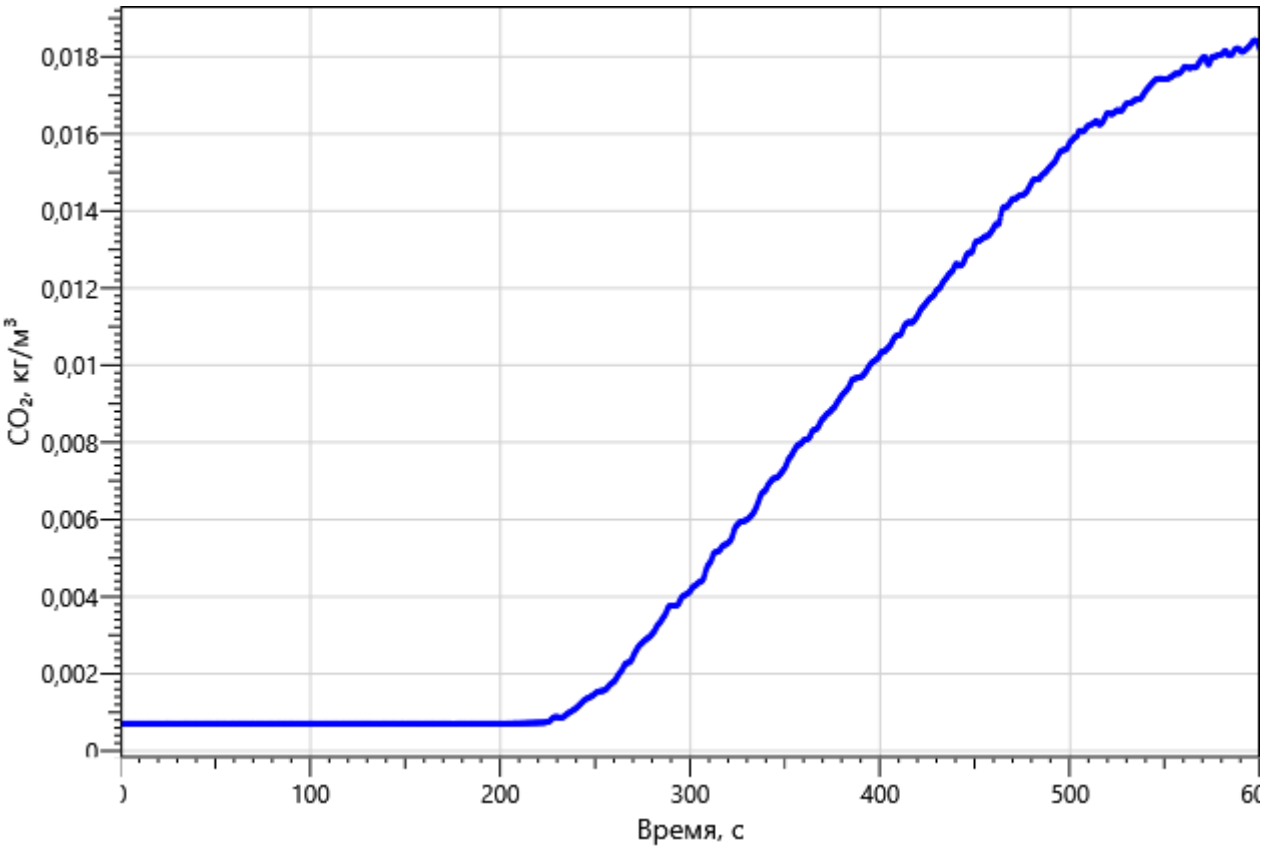


Рисунок 269 - Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

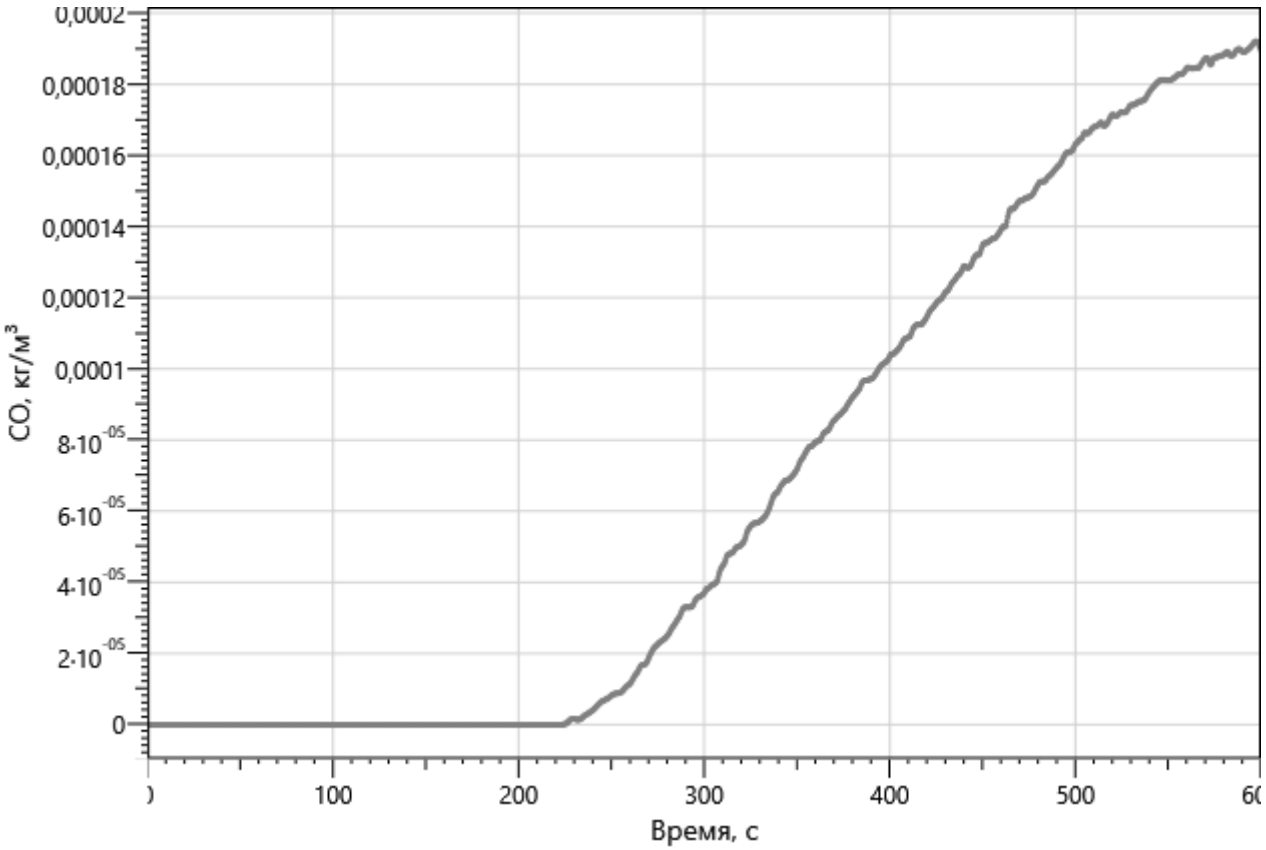


Рисунок 270 - Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

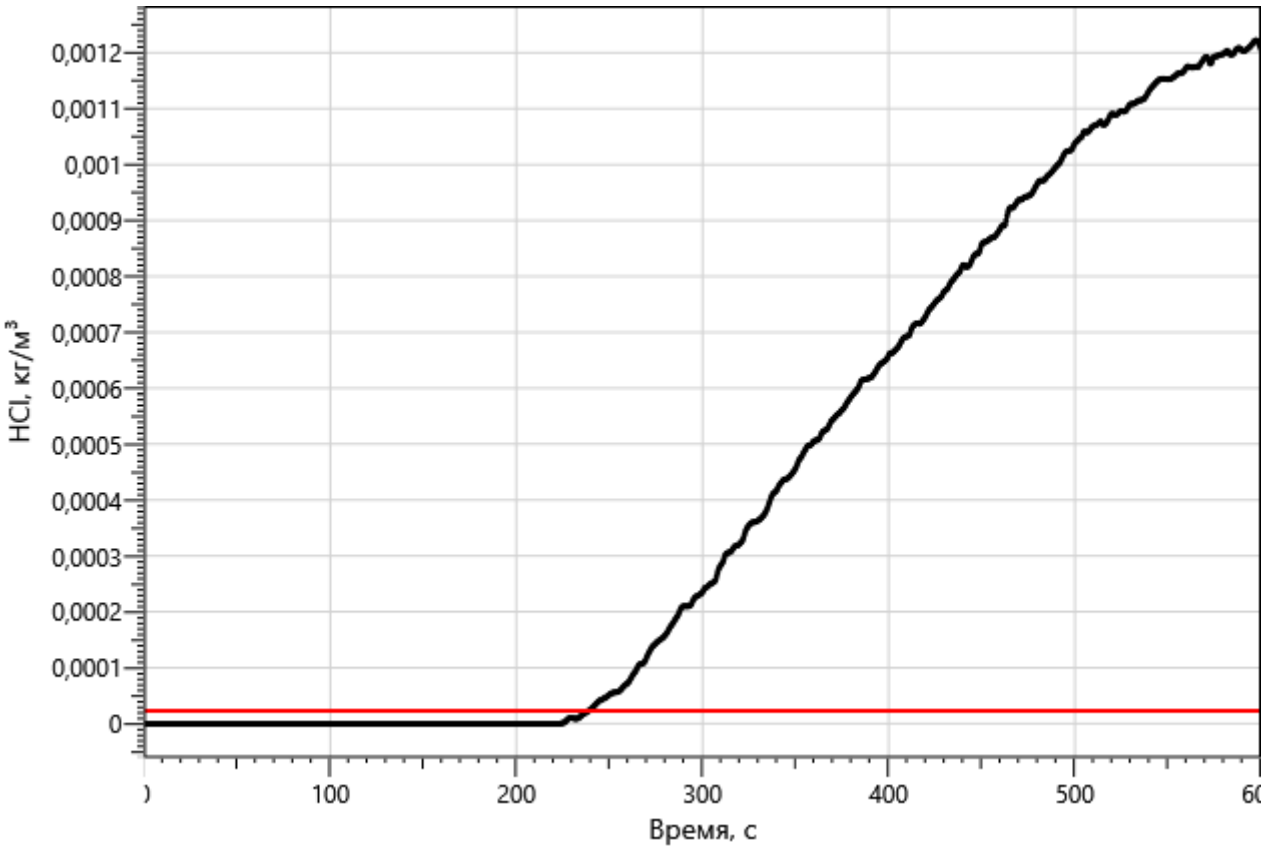


Рисунок 271 - Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

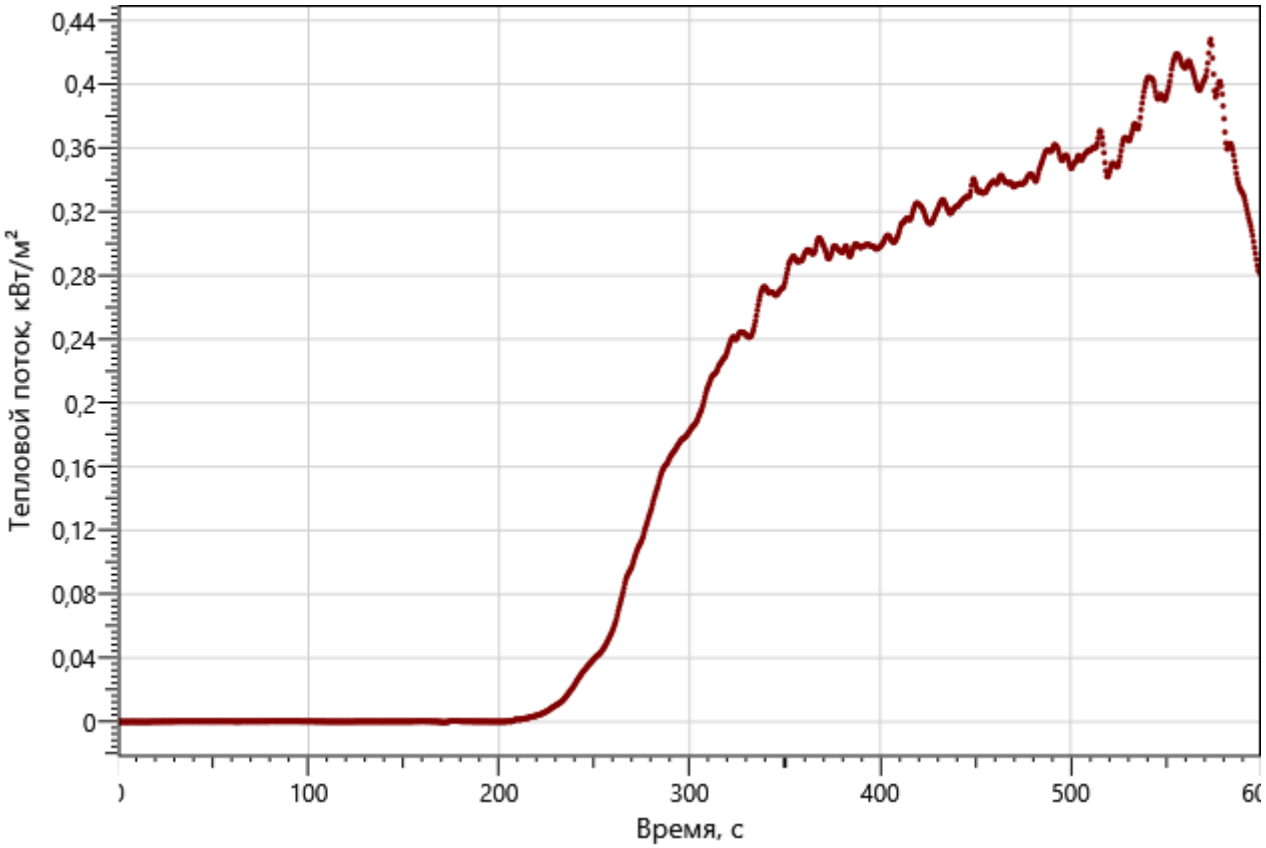


Рисунок 272 - Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

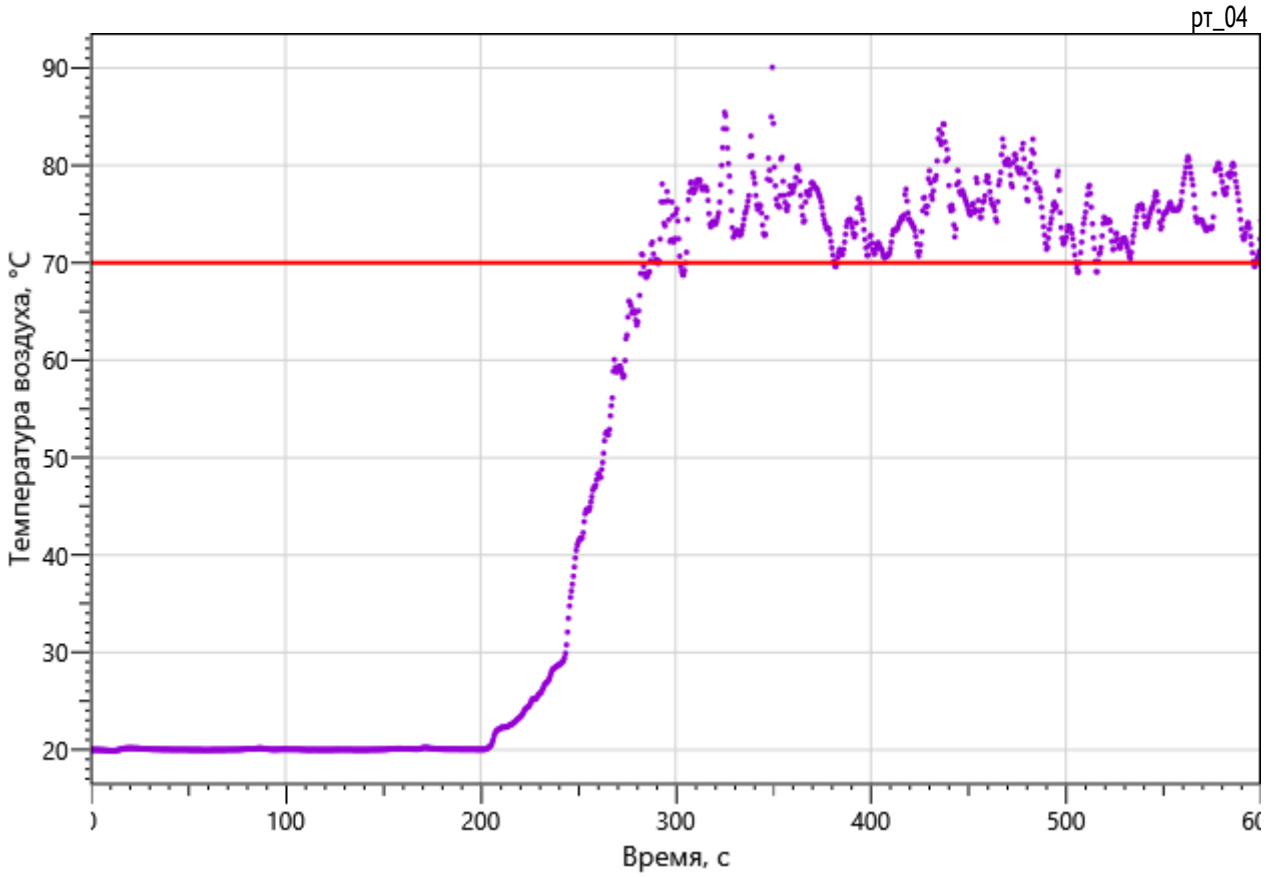


Рисунок 273 - Зависимость температуры от длительности пожара

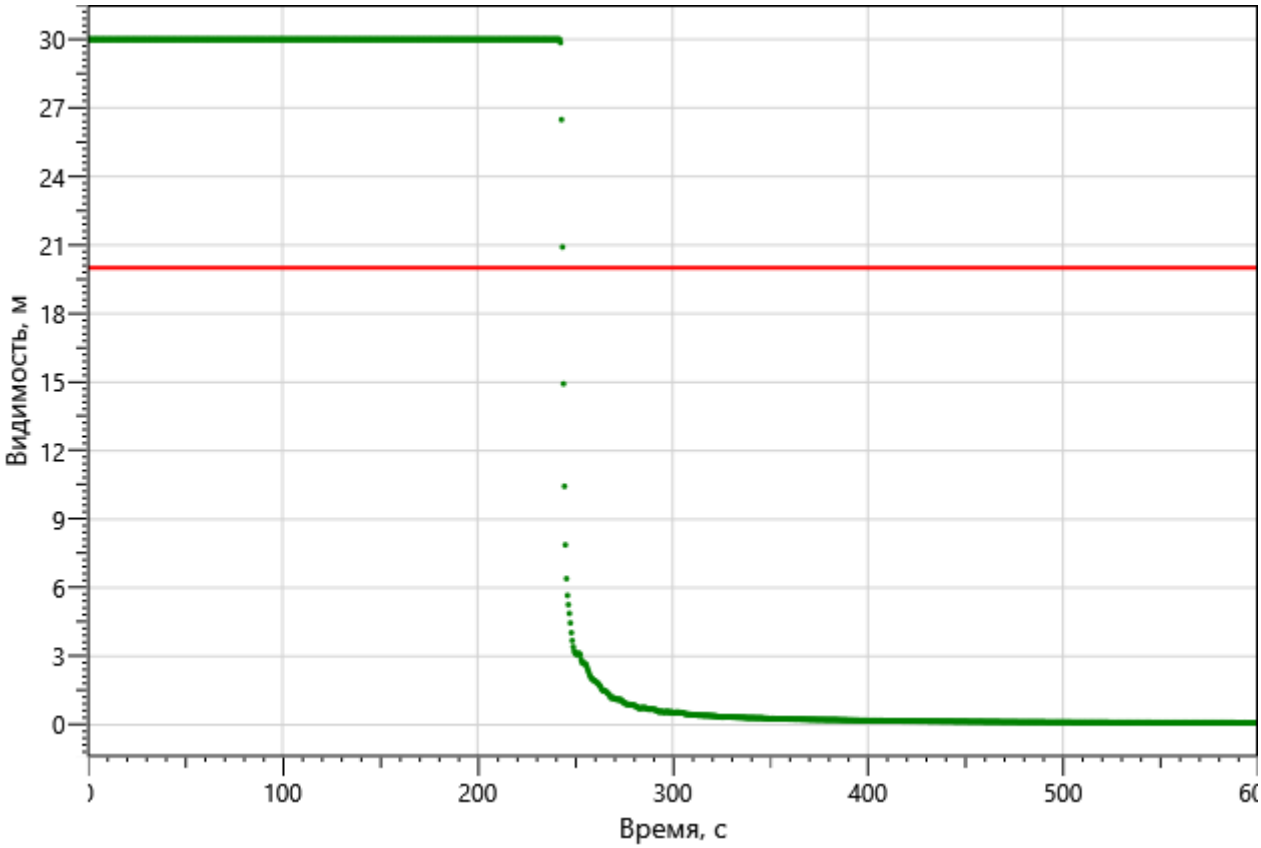


Рисунок 274 - Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

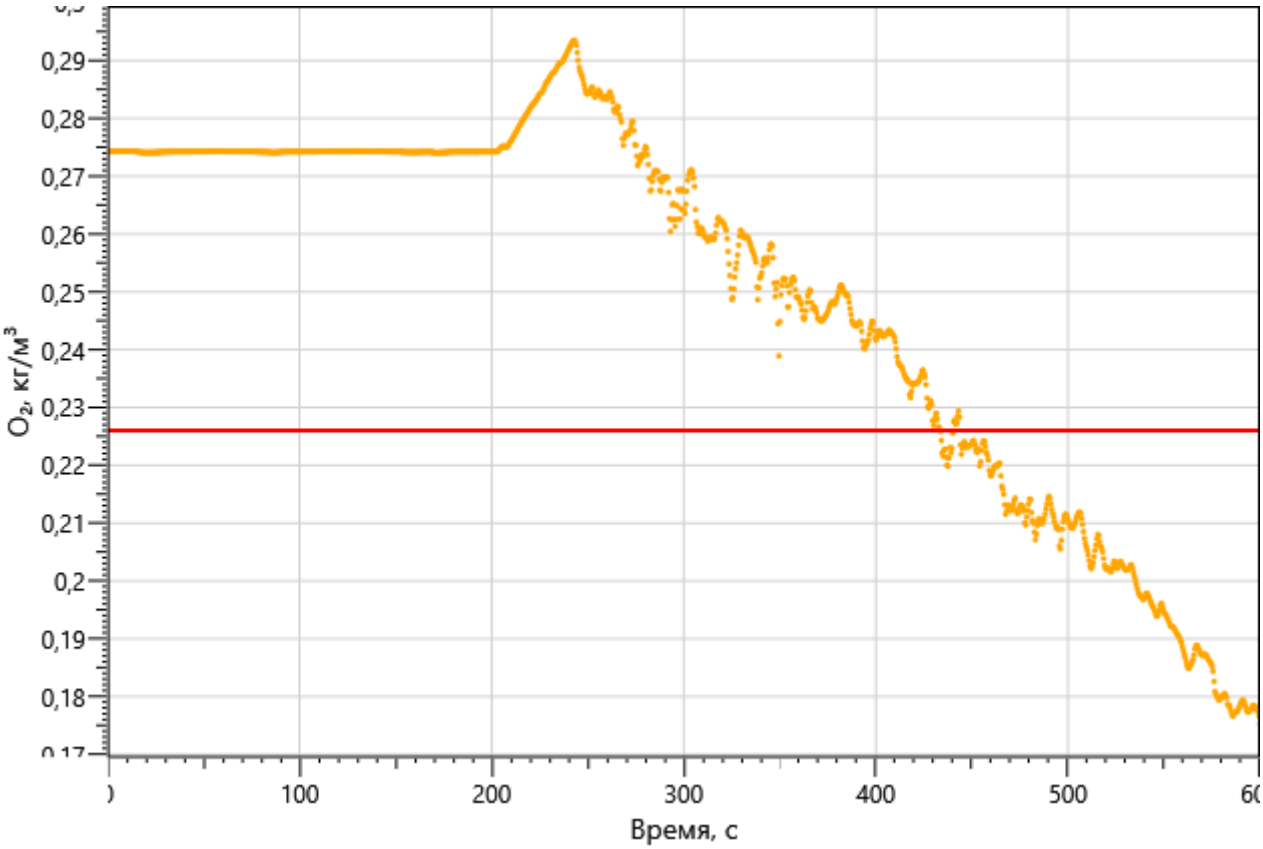


Рисунок 275 - Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

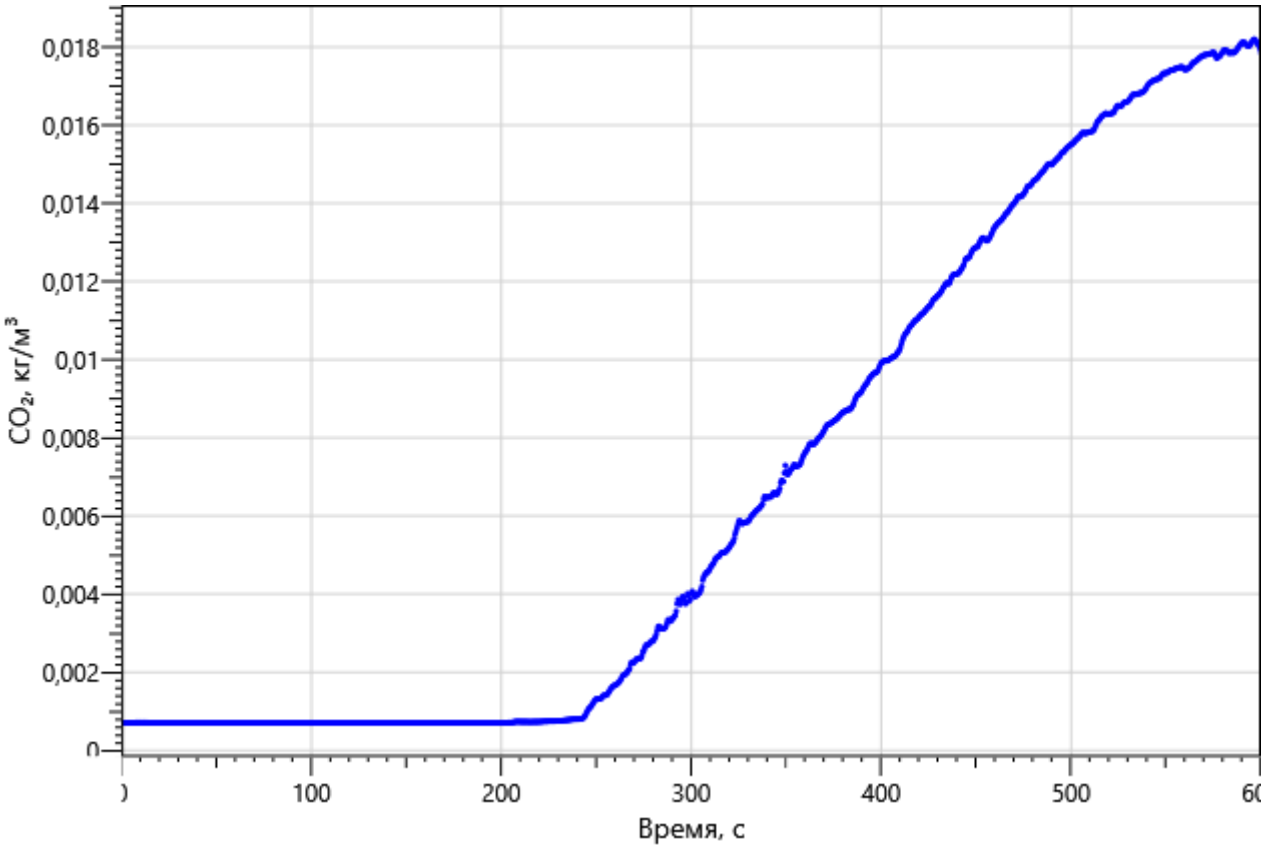


Рисунок 276 - Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

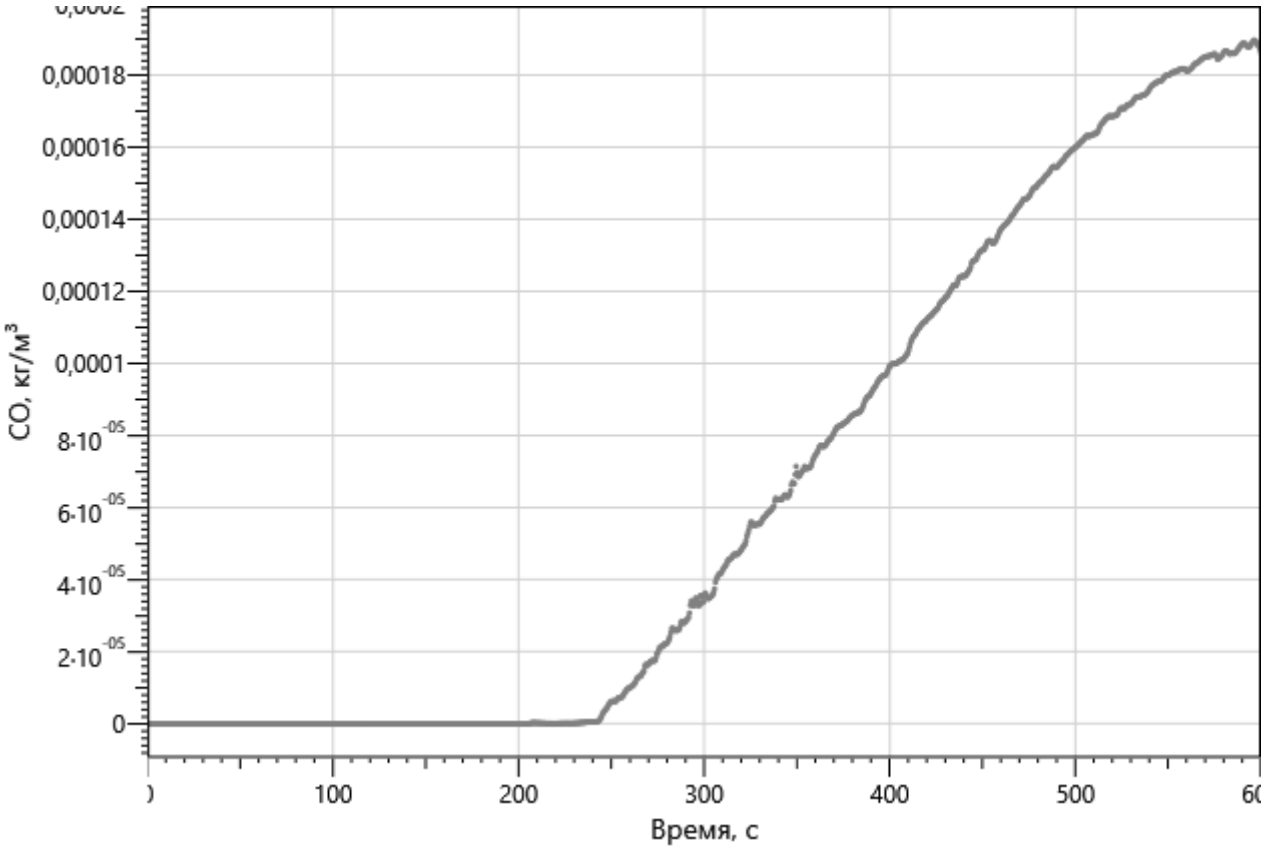


Рисунок 277 - Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

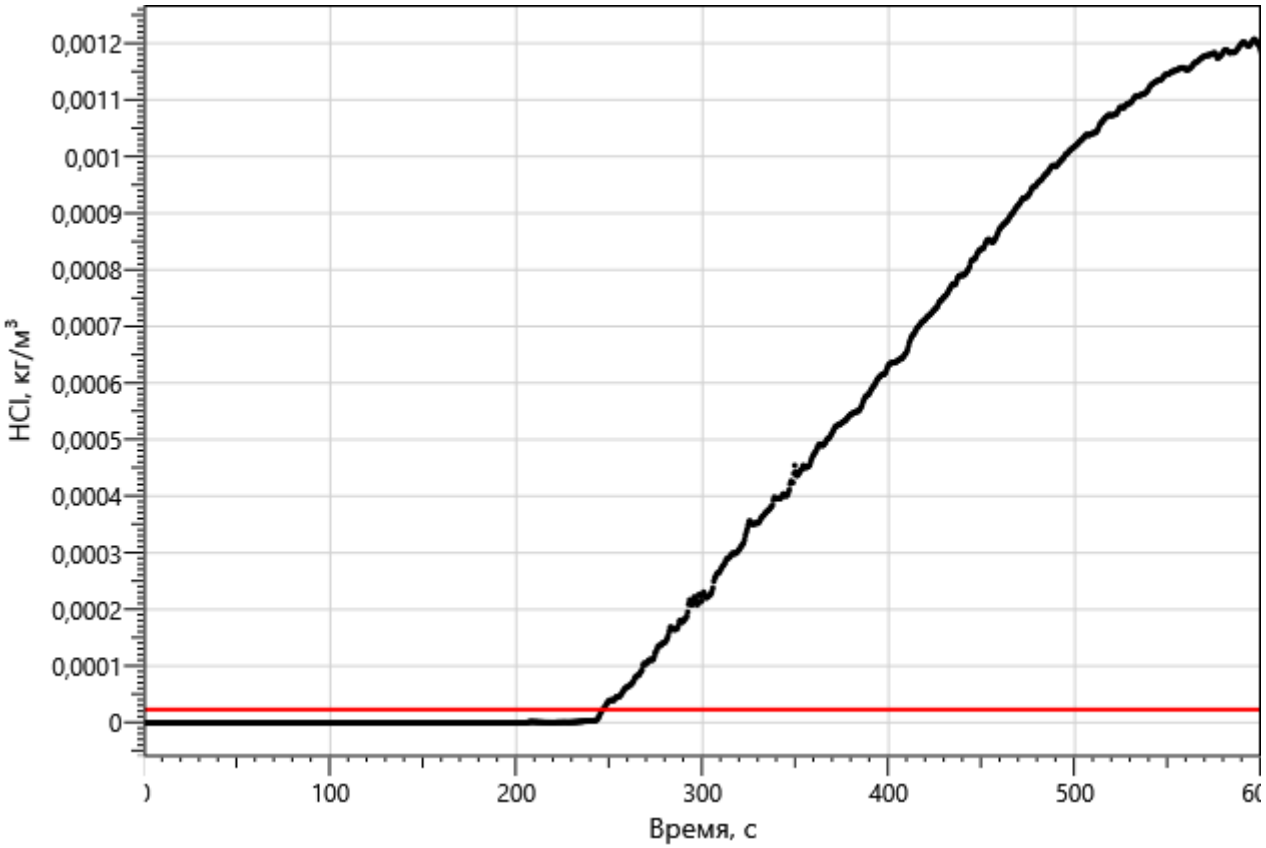


Рисунок 278 - Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

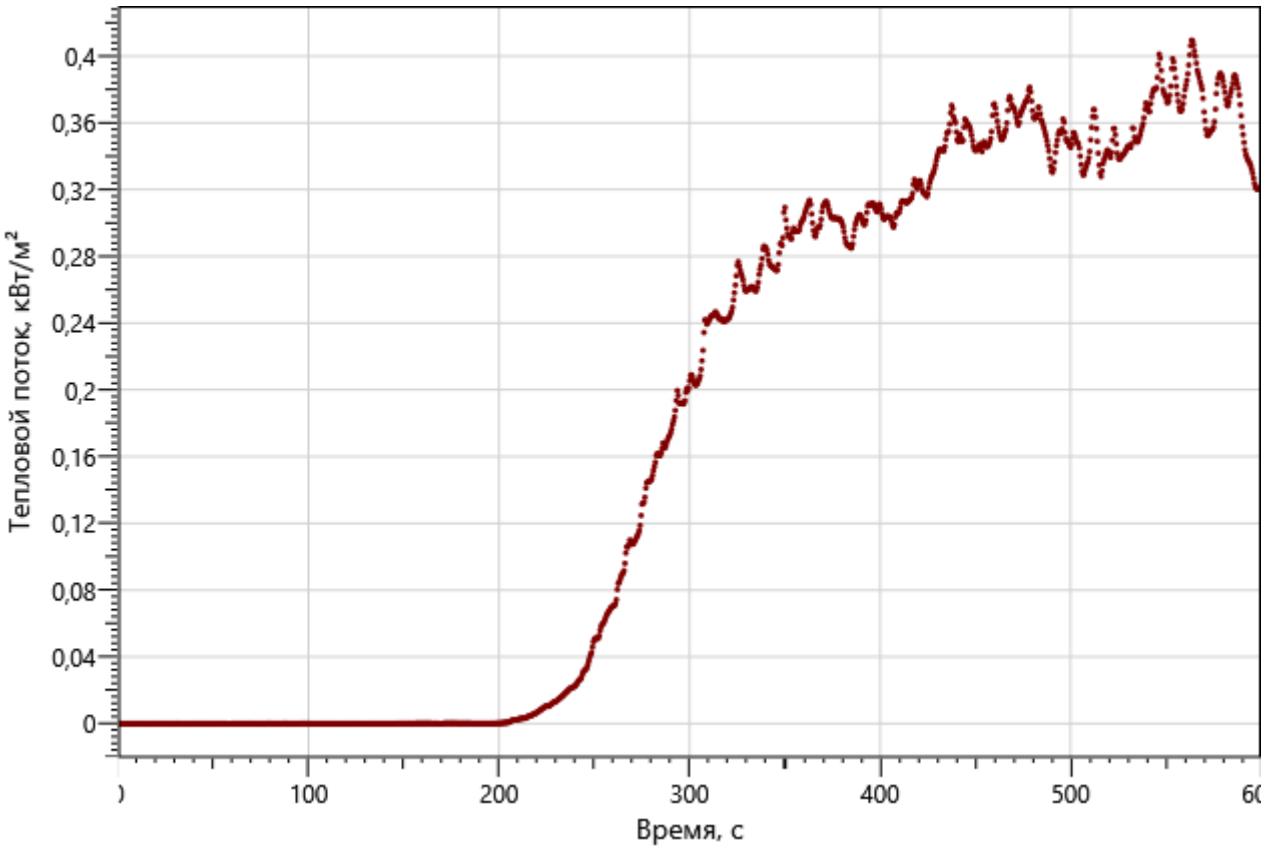


Рисунок 279 - Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

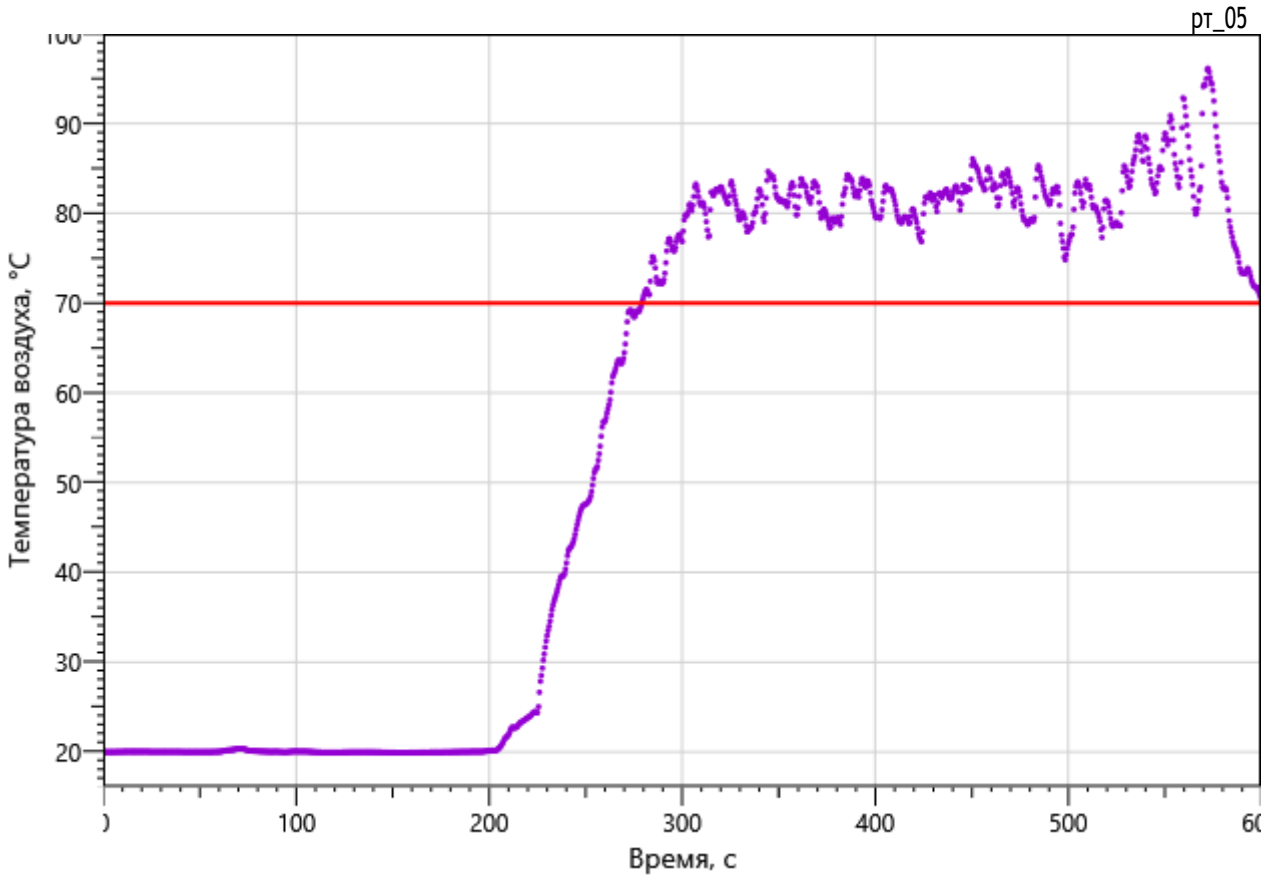


Рисунок 280 - Зависимость температуры от длительности пожара

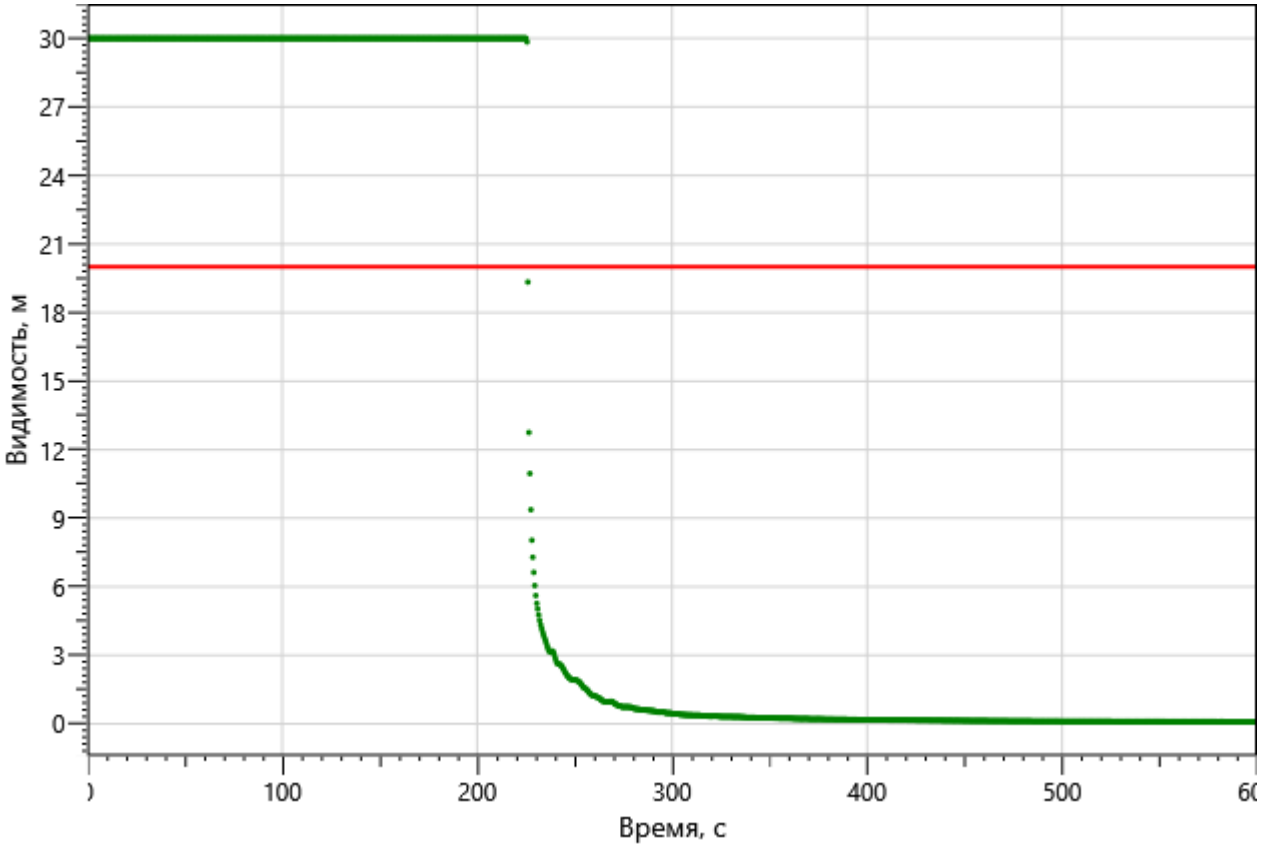


Рисунок 281 - Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

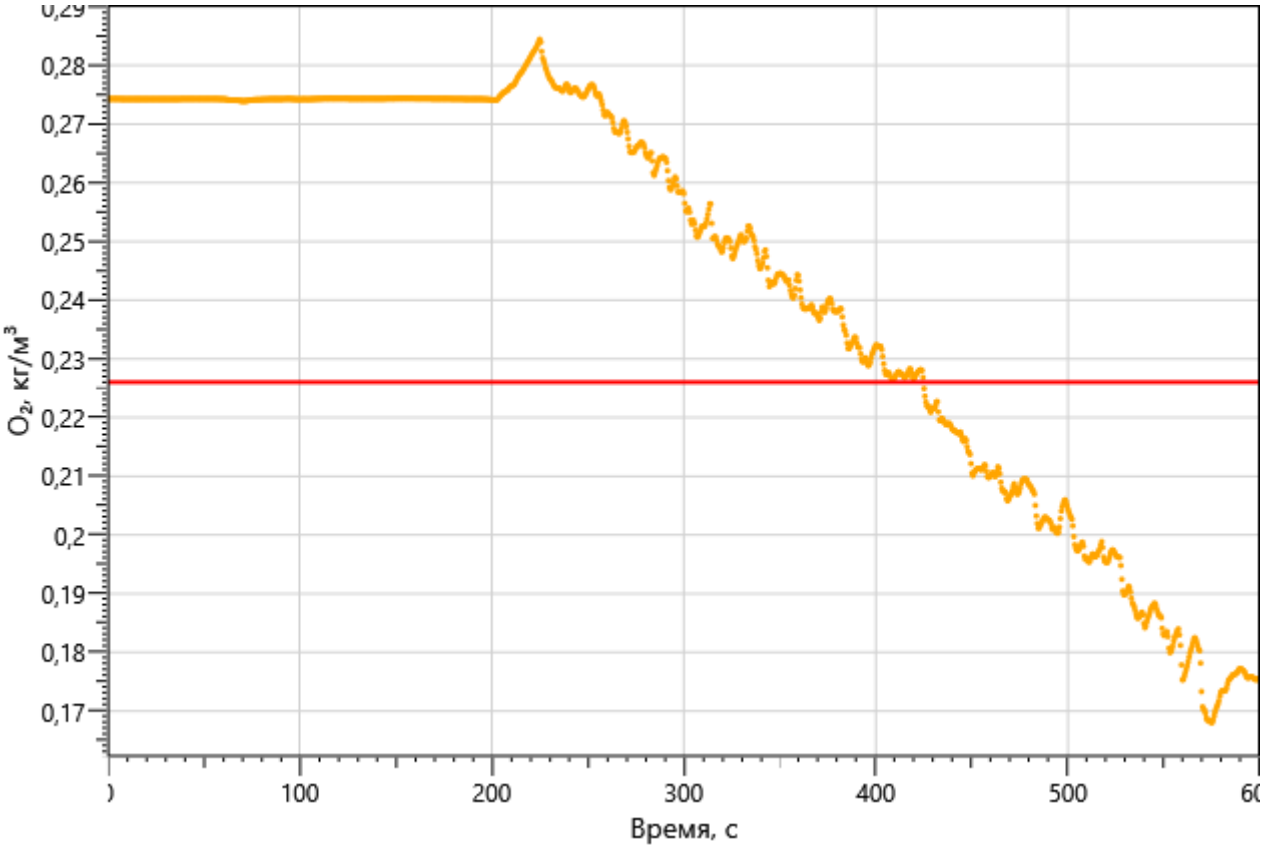


Рисунок 282 - Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

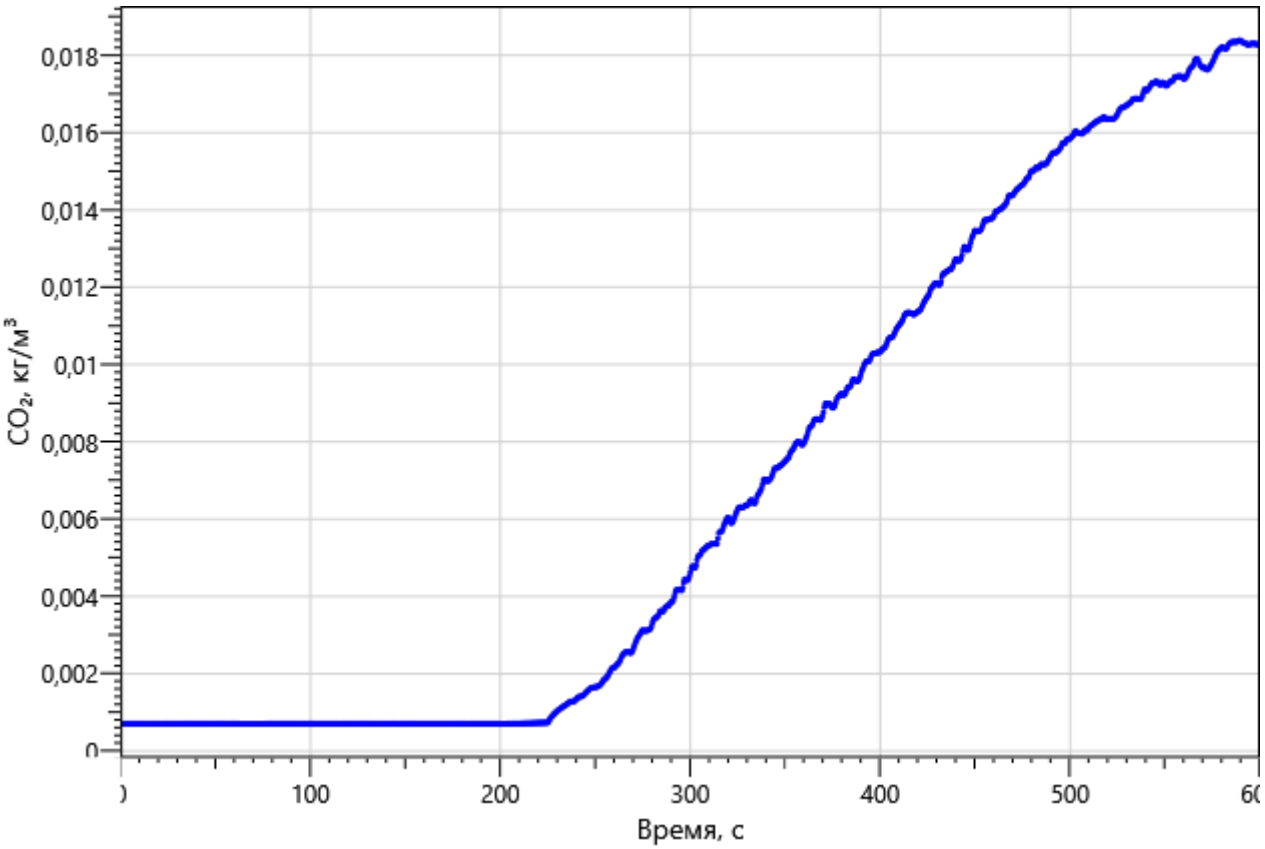


Рисунок 283 - Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

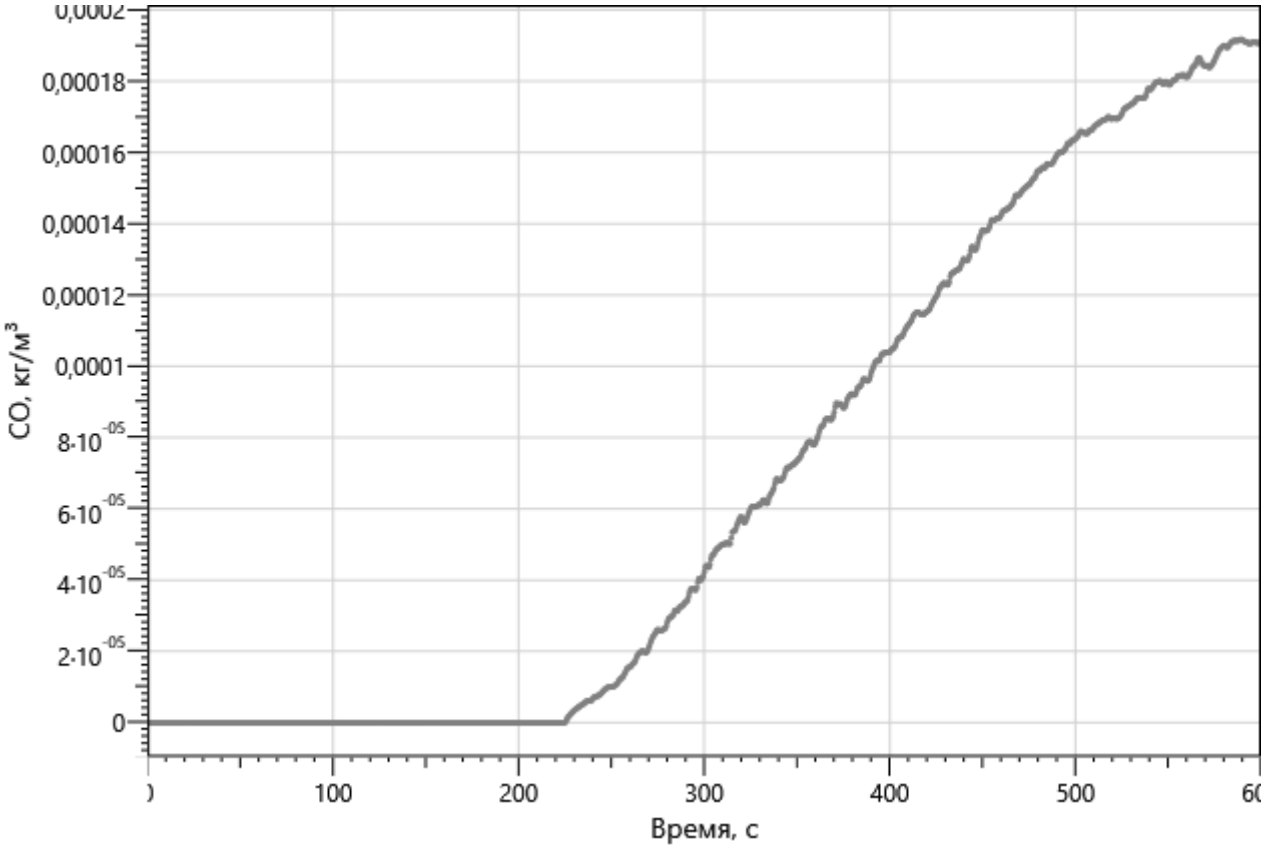


Рисунок 284 - Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

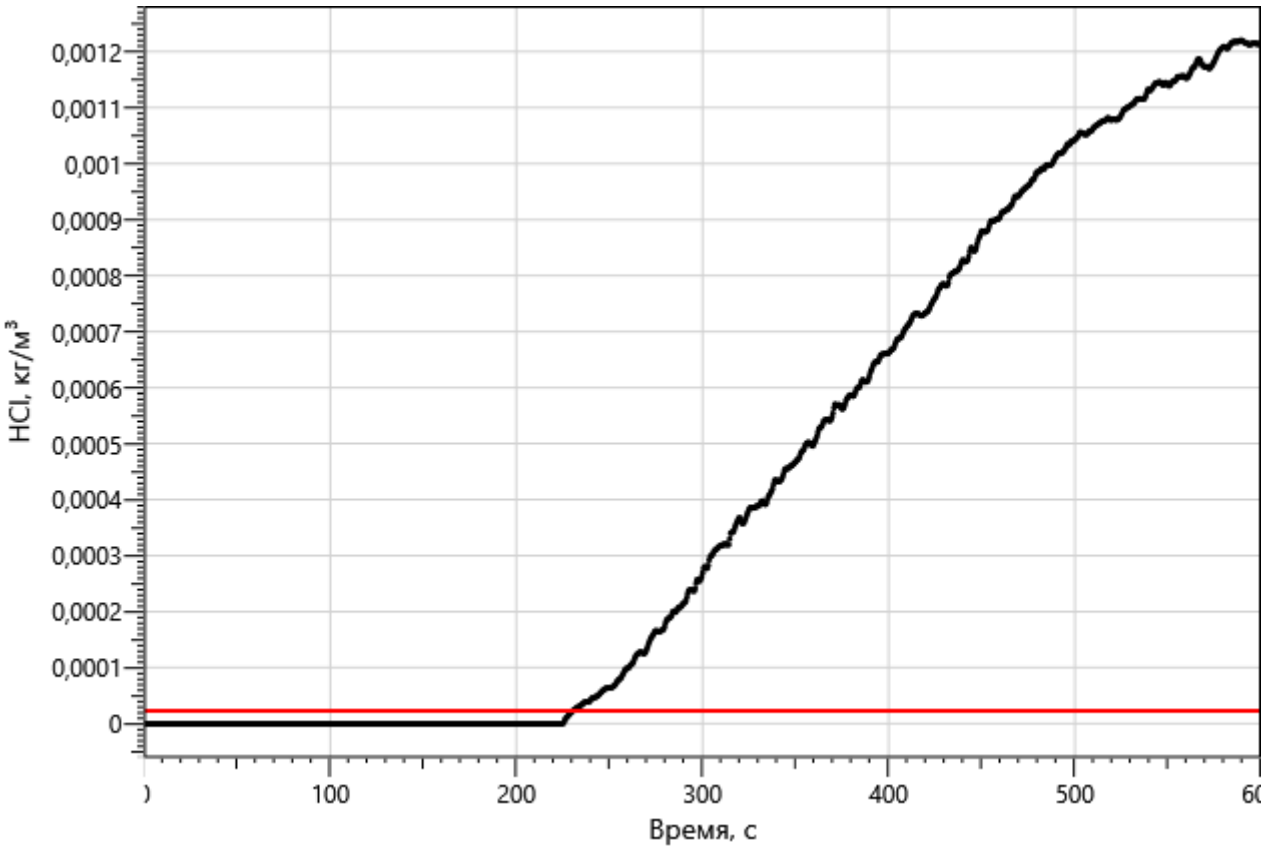


Рисунок 285 - Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

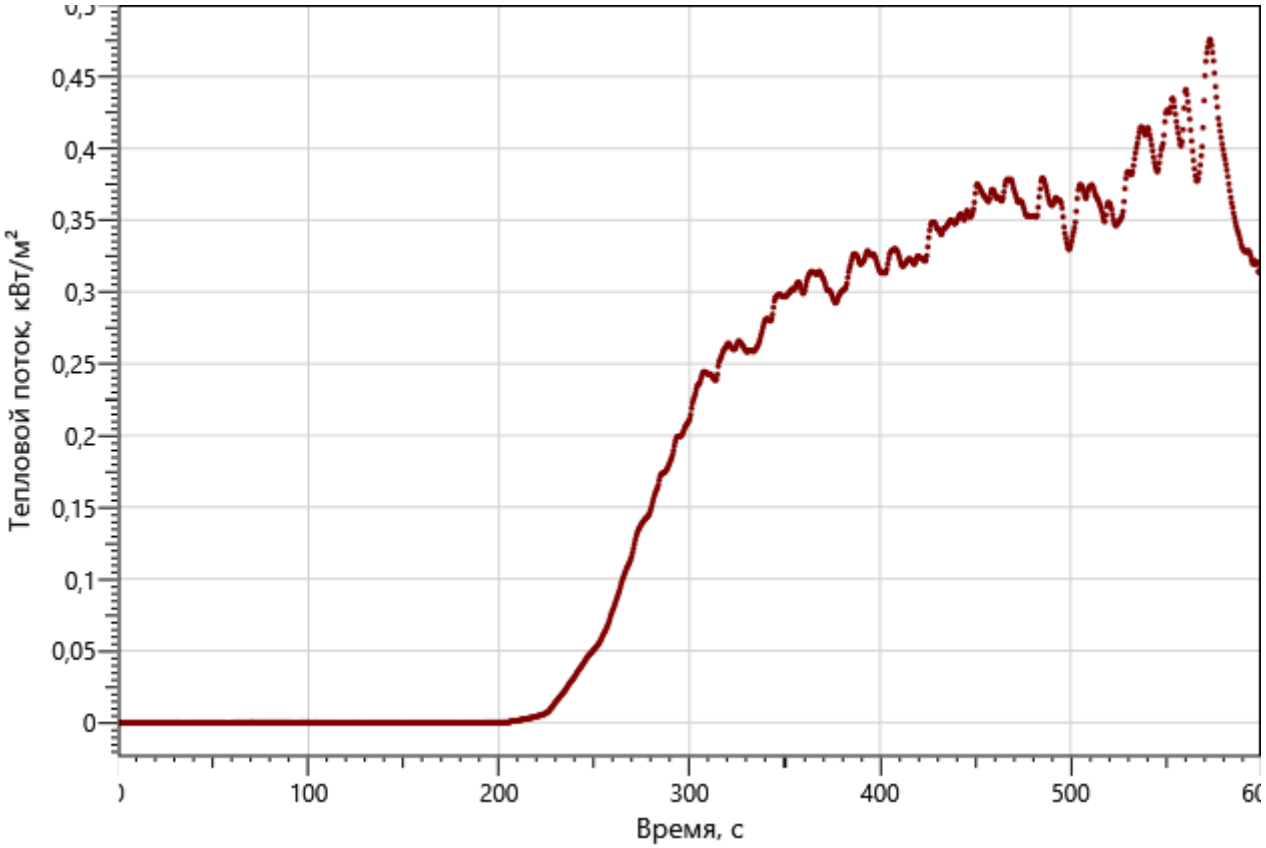


Рисунок 286 – Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

5.5.2. Определение расчетного времени эвакуации людей из здания (сценарий №5)

Пожар происходит в жилой квартире на 7-м этаже секции 6. ОФП распространяются по помещению и за его пределы, при этом создают угрозу блокирования эвакуационного выхода, ведущего на лестничную клетку и ПБЗ.

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

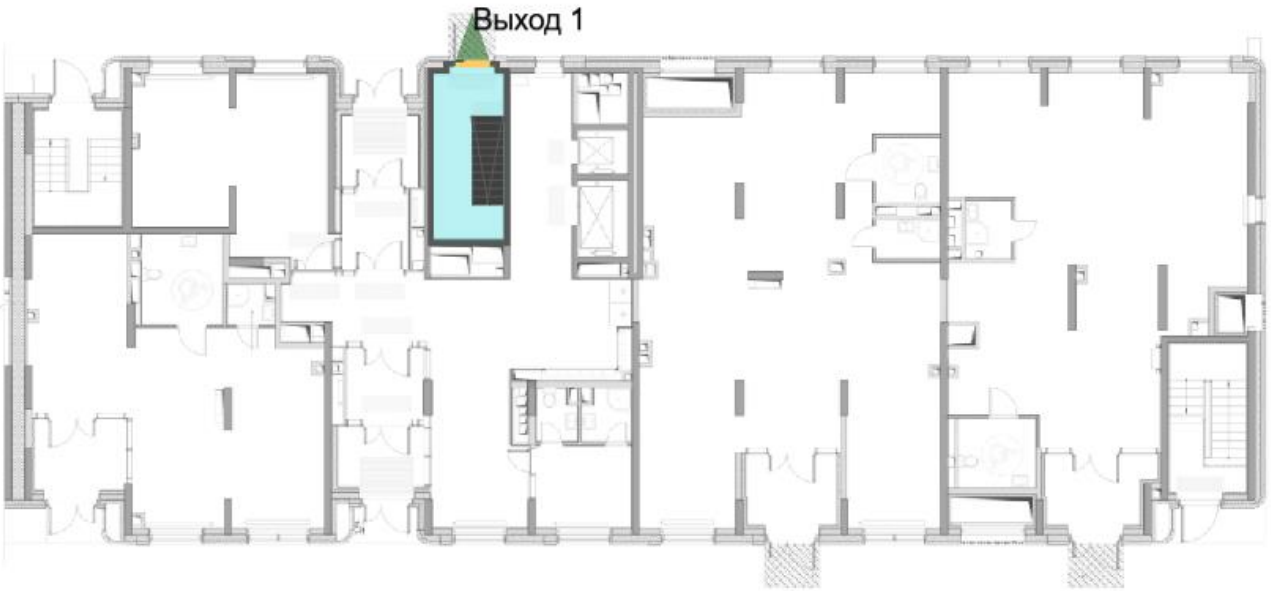


Рисунок 287 – План 1-го этажа и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации

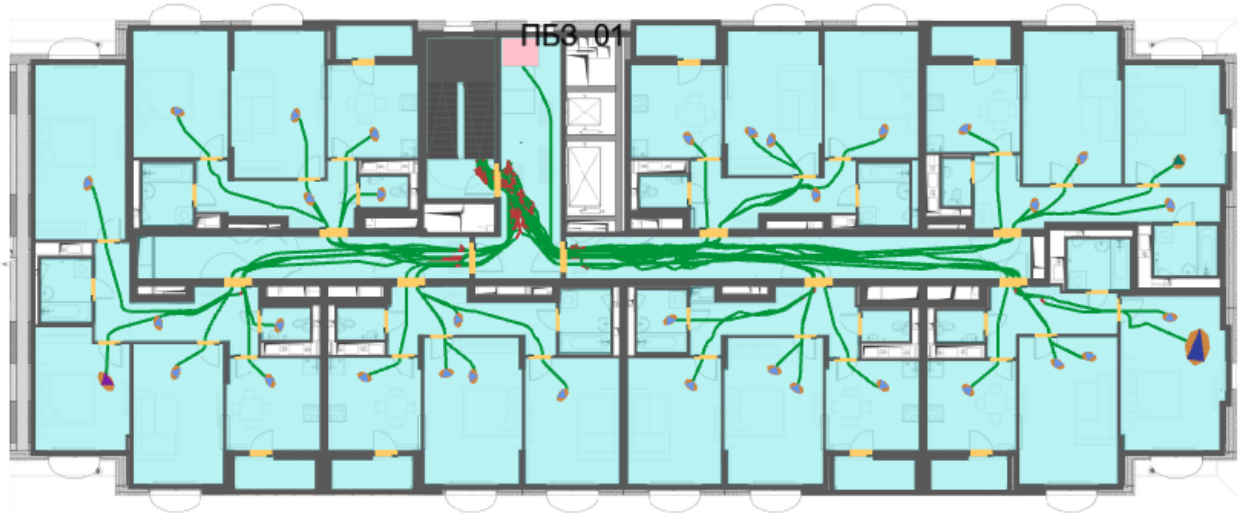


Рисунок 288 – План типового 2-15-го этажа и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации



Рисунок 289 – План 7-го этажа и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации



Рисунок 290 – План 20-го этажа и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации (расположение людей на момент полной эвакуации с этажа пожара – 2 мин. 57 сек.)

Результаты моделирования движения людей.

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

$t_{НЭ} = 5 + 0,01 \cdot F$

где F – площадь помещения, м^2

Время начала эвакуации:

- $t_{НЭ}$ = 5,6 с – для помещения очага пожара;
- tн.э. = 131,21 с – для всех остальных

Время достижения порогового значения срабатывания ИП: $t_{пор}$ = 51,21 с;

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

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

Время эвакуации: $t_Э = t_{НЭ} + t_Р$ = 780,6 с;

Время существования скоплений: $t_{СК}$ = 14,6 с;

Общее количество людей: 504;

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

– на 2-24 этаже: 33 человек контингента М0-7 (зимняя одежда), 1 человек контингента М4 (зимняя одежда), 1 человек контингента М3 (зимняя одежда), 1 человек контингента М2 (зимняя одежда);

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

Время эвакуации до эвакуационных выходов представлено в таблице ниже:

Таблица 43

Расположение	Наименование	Время первого, с	Время последнего, с	Количество людей
Этаж 1				
	Выход 1	121,4	780,6	490
Этаж 2-15				
	ПБЗ_01-ПБЗ_03	177,0	177,0	3
	ПБЗ_04-ПБЗ_05	177,2	177,2	2
	ПБЗ_06	174,8	174,8	1
	ПБЗ_07-ПБЗ_13	177,2	177,2	7
	ПБЗ_14	176,8	176,8	1

Время эвакуации через регистраторы представлено в таблице ниже.

Таблица 44

Расположение	Наименование	Время первого, с	Время последнего, с	Количество людей
Этаж 7				
Помещение 300	рт_01	9,8	15,2	5
Помещение 274	рт_02	135,8	142,6	5
	рт_03	133,2	145,8	5
	рт_04	136,2	142,4	5
	рт_05	22,2	177,0	20

5.5.3. Определение вероятности эвакуации людей из здания при пожаре (сценарий №5)

Вероятность эвакуации представлена в таблице ниже.

Таблица 45

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 7						
Помещение 300	рт_01	38,6	30,8	5,6	15,2	0,999
Помещение 274	рт_02	229,0	183,2	131,2	142,6	0,999
	рт_03	227,0	181,6	131,2	145,8	0,999
	рт_04	244,0	195,2	131,2	142,4	0,999
	рт_05	226,0	180,8	5,6	177,0	0,999

Результаты проведенных расчетов показывают, что максимальное расчетное время эвакуации с этажа пожара составит 2,95 мин. Время выхода из здания составляет 13,01 мин (Выход 1).

Максимальное время движения при плотности потока D больше 0,5 $м^2/м^2$ составляет 0,24 мин

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

Таблица 46

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 №5					
рт_01	0,09	0,25	0,51	0,999	**Безопасно**
рт_02	2,18	2,37	3,05	0,999	**Безопасно**
рт_03	2,18	2,43	3,02	0,999	**Безопасно**
рт_04	2,18	2,37	3,25	0,999	**Безопасно**
рт_05	0,09	2,95	3,01	0,999	**Безопасно**

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

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

5.5.4. Определение величины индивидуального пожарного риска (сценарий №5)

Частота возникновения пожаров в здании $2{,}60 \cdot 10^{-2}$.

Вероятность эффективного срабатывания систем противопожарной защиты:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

и равна $Р_{Э,i,j}$ = 0,999.

Расчетная величина индивидуального пожарного риска R_i рассчитывается по формуле:

$$R_{,i} = Qn,I \cdot (1 - К_{ап,i}) \cdot Р_{пр,I} \cdot (1 - Р_{э,i}) \cdot (1 - К_{п.з,i}) \text{ и равна}$$

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

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

Таблица 47

№ сценария пожара	Группа эвакуируемого контингента	Вероятность присутствия и спасения людей	Вероятность возникновения пожара	Вероятность эвакуации	Коэффициент соответствия системы противопожарной защиты, $К_{пз,i}$	Расчетная величина пожарного риска для группы эвакуируемого контингента	Расчетная величина пожарного риска
5 (Секция 6)	М0-7 (зимняя одежда)	$Р_{пр,i} = 1$	$2{,}60 \cdot 10^{-2}$	0,999	0,8704	$0{,}33 \cdot 10^{-6}$	$0{,}33 \cdot 10^{-6}$
	Пожилые немощные люди	$Р_{пр,i} = 1$	$2{,}60 \cdot 10^{-2}$	0,999	0,8704	$0{,}33 \cdot 10^{-6}$	
	Люди с поражением ОДА (1 опора)	$Р_{пр,i} = 1$	$2{,}60 \cdot 10^{-2}$	0,999	0,8704	$0{,}33 \cdot 10^{-6}$	
	Инвалиды на креслах-колясках	$Р_{пр,i} = 1$	$2{,}60 \cdot 10^{-2}$	0,999	0,8704	$0{,}33 \cdot 10^{-6}$	

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

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

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

5.6. Сценарий №6 (Помещение БКТ)

5.6.1. Расчет времени блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара (сценарий №6)

Пожар происходит в помещении БКТ на 1-м этаже секции 4. ОФП распространяются по помещению и за его пределы, при этом блокируют эвакуационный выход, ведущий наружу.

Дверь помещения очага пожара, а также двери на путях эвакуации принимались открытыми. Двери в смежные помещения принимались закрытыми. Размер ячейки области расчета, используемой в сценарии равен 0,25м. Высота этажа пожара (от пола до потолка) и помещения очага пожара равна 3,44 м.

При моделировании пожара была учтена работа противодымной вентиляции: система дымоудаления (ДВ = 590 м^3/ч), система приточной противодымной вентиляции (ДП = 660 м3/ч).

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:

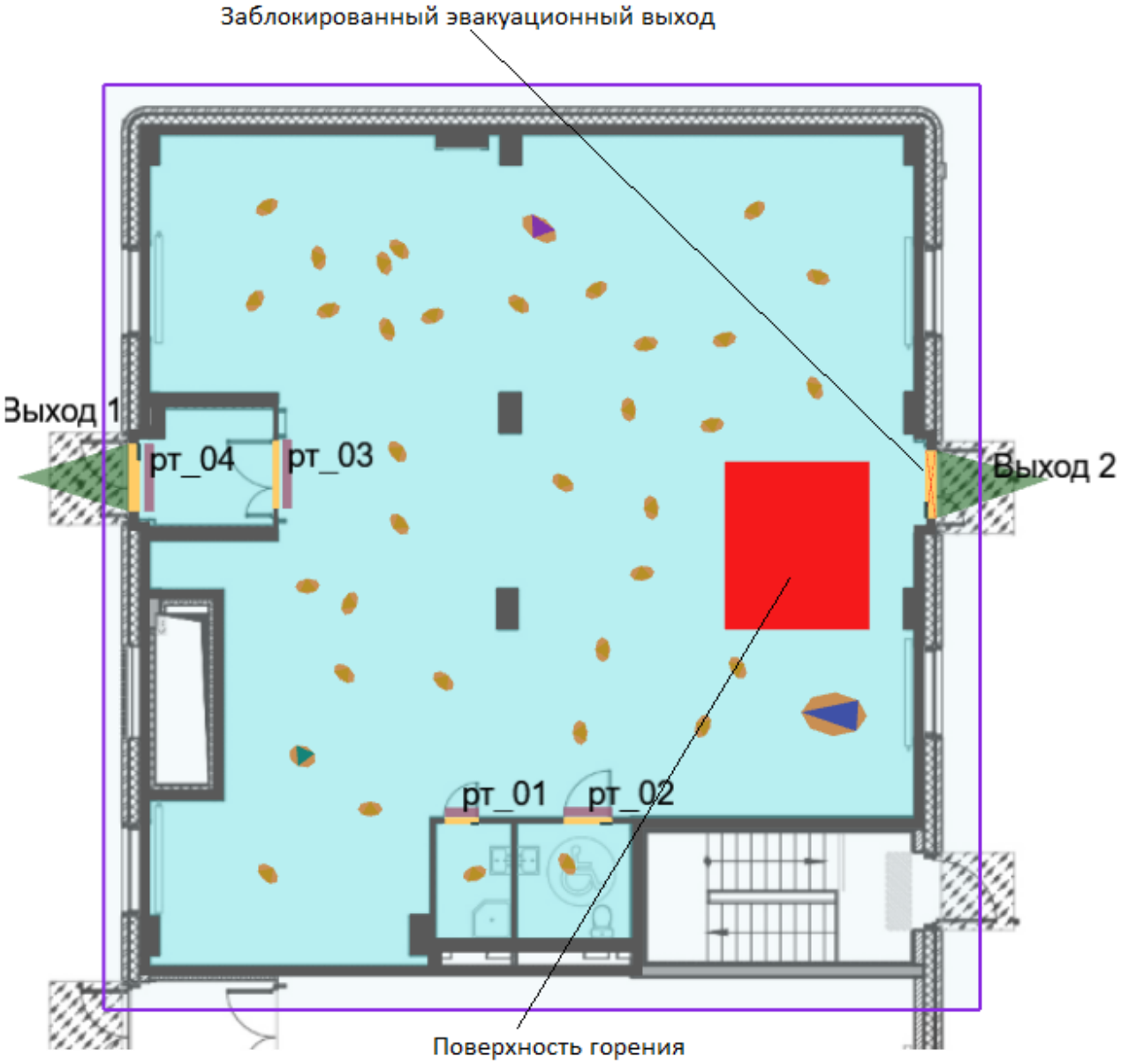


Рисунок 291 – Компьютерная модель 1-го этажа с поверхностью горения и нанесенными расчетными точками

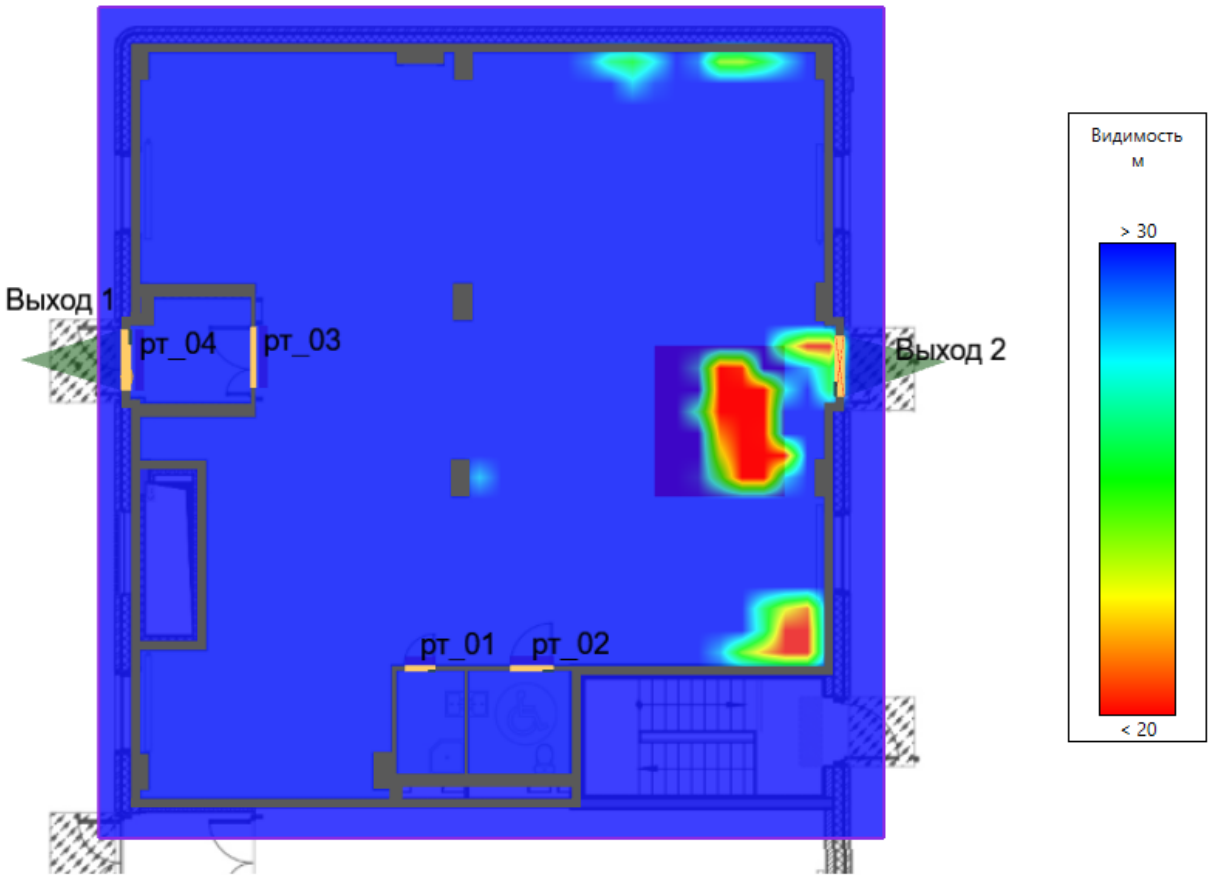


Рисунок 292 - Компьютерная 3D модель 1-го этажа с предполагаемой поверхностью горения и нанесенными расчётными точками (плотность дыма на момент полной эвакуации людей с этажа пожара - 2 мин.50 сек.)

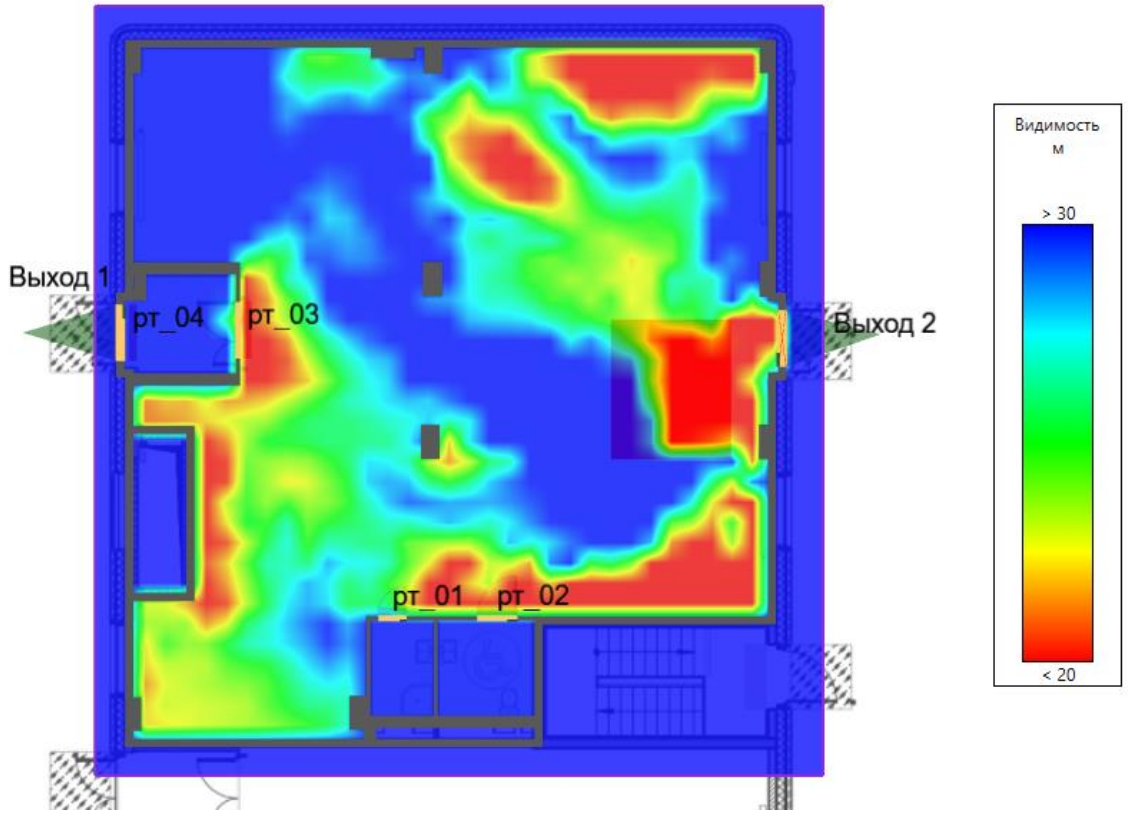


Рисунок 293 - Компьютерная 3D модель 15-го этажа с предполагаемой поверхностью горения и нанесенными расчётными точками (плотность дыма на момент наступления ОФП до рт_03 - 3 мин.45 сек.)

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

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

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

Исходя из максимального времени эвакуации с этажа пожара 2,83 мин, принимаем время свободного горения с учетом коэффициента запаса 3,53 мин.

$$R_n = 0{,}0045 \frac{м}{с} \cdot 169{,}8\ сек. \cdot 1{,}25 = 0{,}95\ м$$

$$S = 3{,}14 \cdot 0{,}95^2 = 2{,}83\ м^2$$

Параметры горючей нагрузки (Административные помещения, учебные классы школ, ВУЗов; кабинеты поликлиник), использовавшейся при моделировании представлены в таблице ниже.

Таблица 48

Параметр	Единица измерения	Значение
Низшая теплота сгорания	кДж/кг	14000
Линейная скорость распространения пламени	м/с	0,0045
Удельная массовая скорость выгорания	кг/(м² · с)	0,0137
Коэффициент полноты сгорания	–	0,93
Удельная мощность	кВт/м²	178,374
Дымообразующая способность	Нп · м²/кг	47,7
Потребление кислорода (O_2)	кг/кг	1,369
Выделение углекислого газа (CO_2)	кг/кг	1,478
Выделение угарного газа (CO)	кг/кг	0,03
Выделение хлористого водорода (HCl)	кг/кг	0,0058

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

Таблица 49

Расположение	Наименование	Время блокирования по каждому ОФП, с						
		Температура воздуха	Тепловой поток	Видимость	O_2	CO_2	CO	HCl
Этаж 3								
Помещение 1	рт_01	269,1	562,1	204,6	351,5	>600	536,6	244,1
	рт_02	277,1	517	213,1	349,6	>600	528,6	262,1
	рт_03	301,6	>600	225,6	452,5	>600	536,6	257
Помещение 2	рт_04	367,6	>600	277,1	>600	>600	539	304,1

Ниже представлены графики изменения опасных факторов пожара для регистраторов:

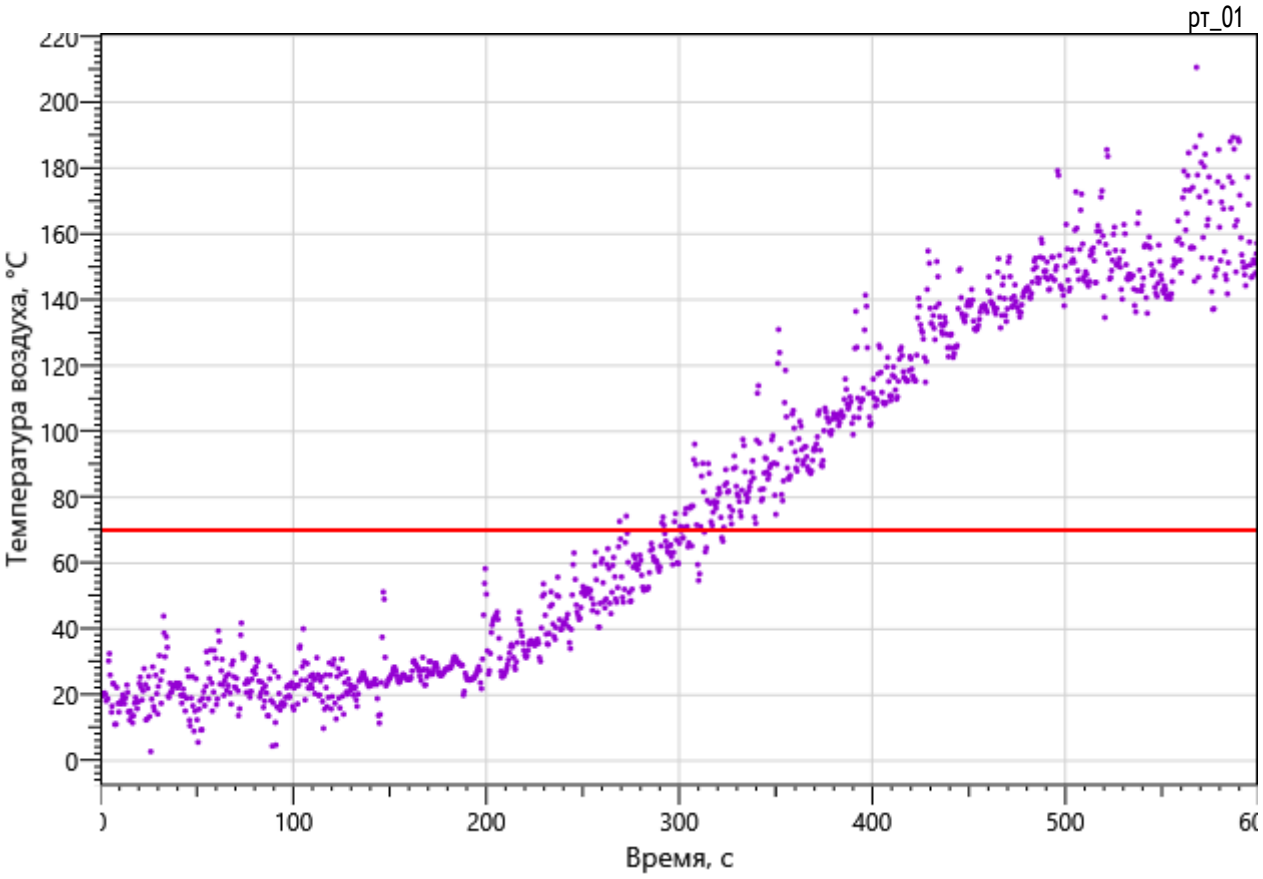


Рисунок 294 - Зависимость температуры от длительности пожара

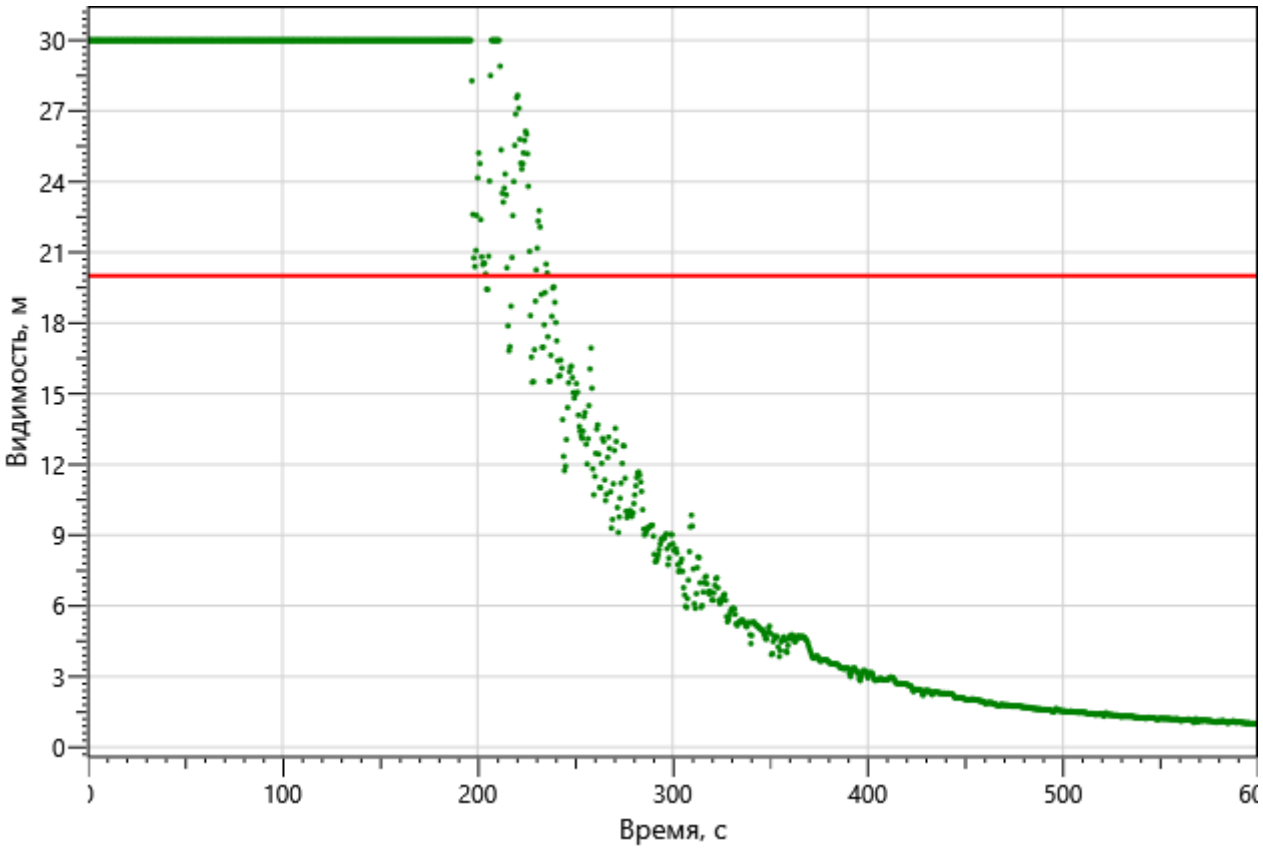


Рисунок 295 - Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

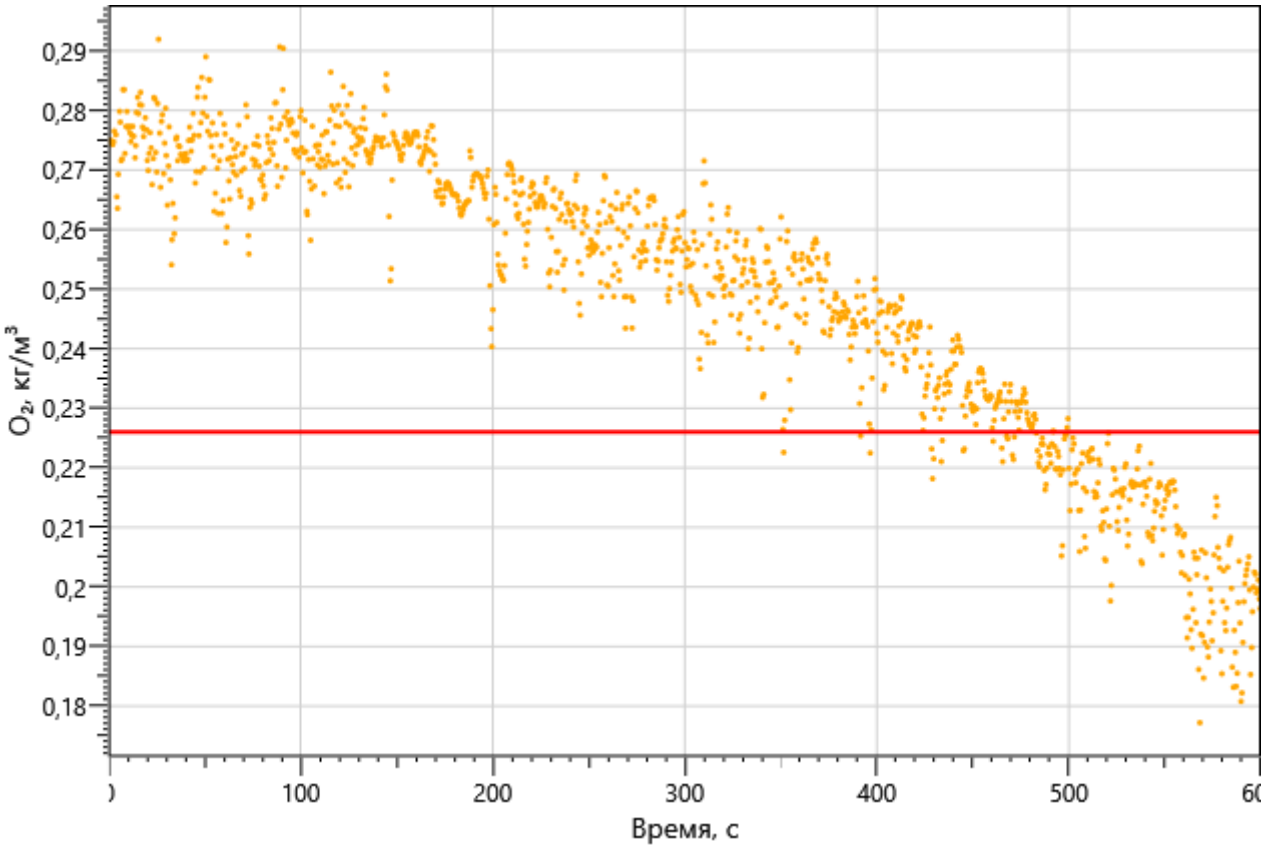


Рисунок 296 - Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

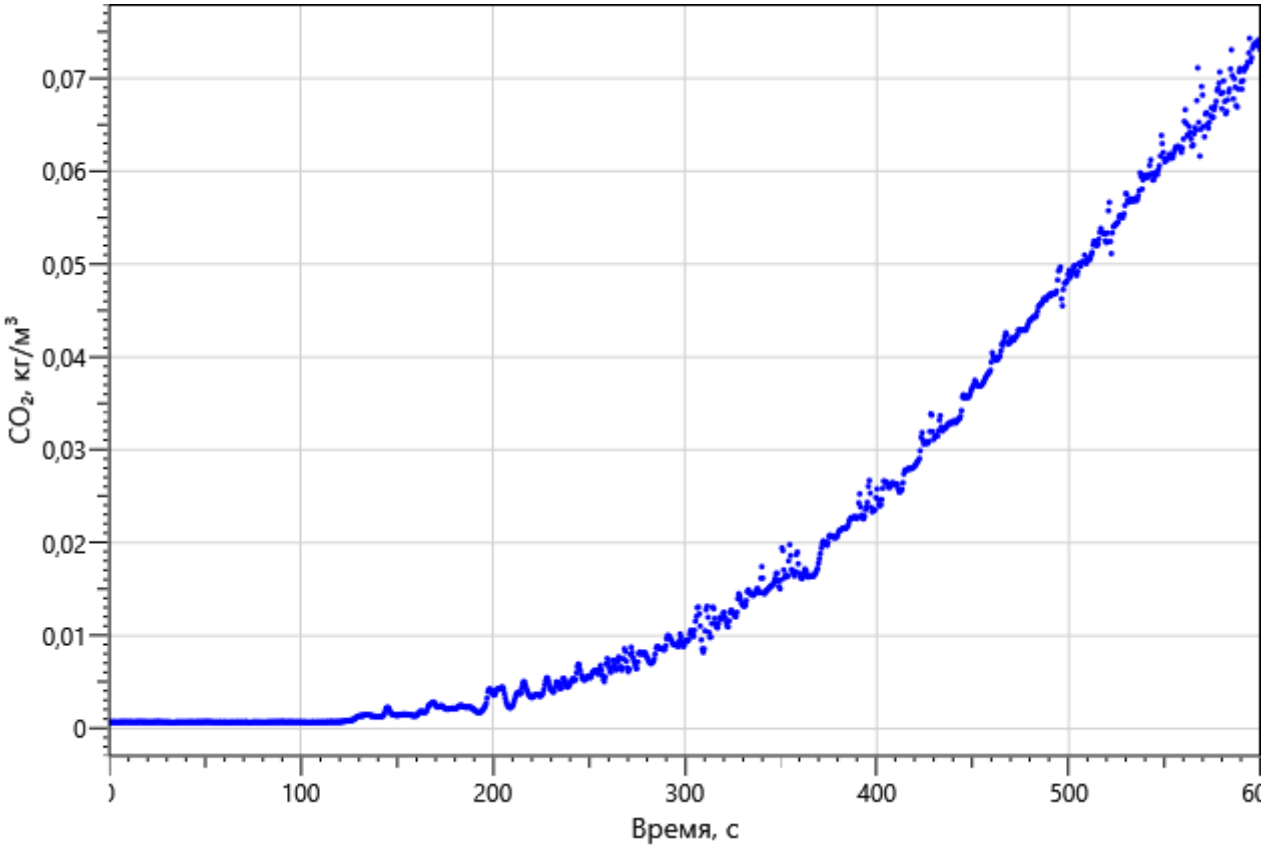


Рисунок 297 - Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

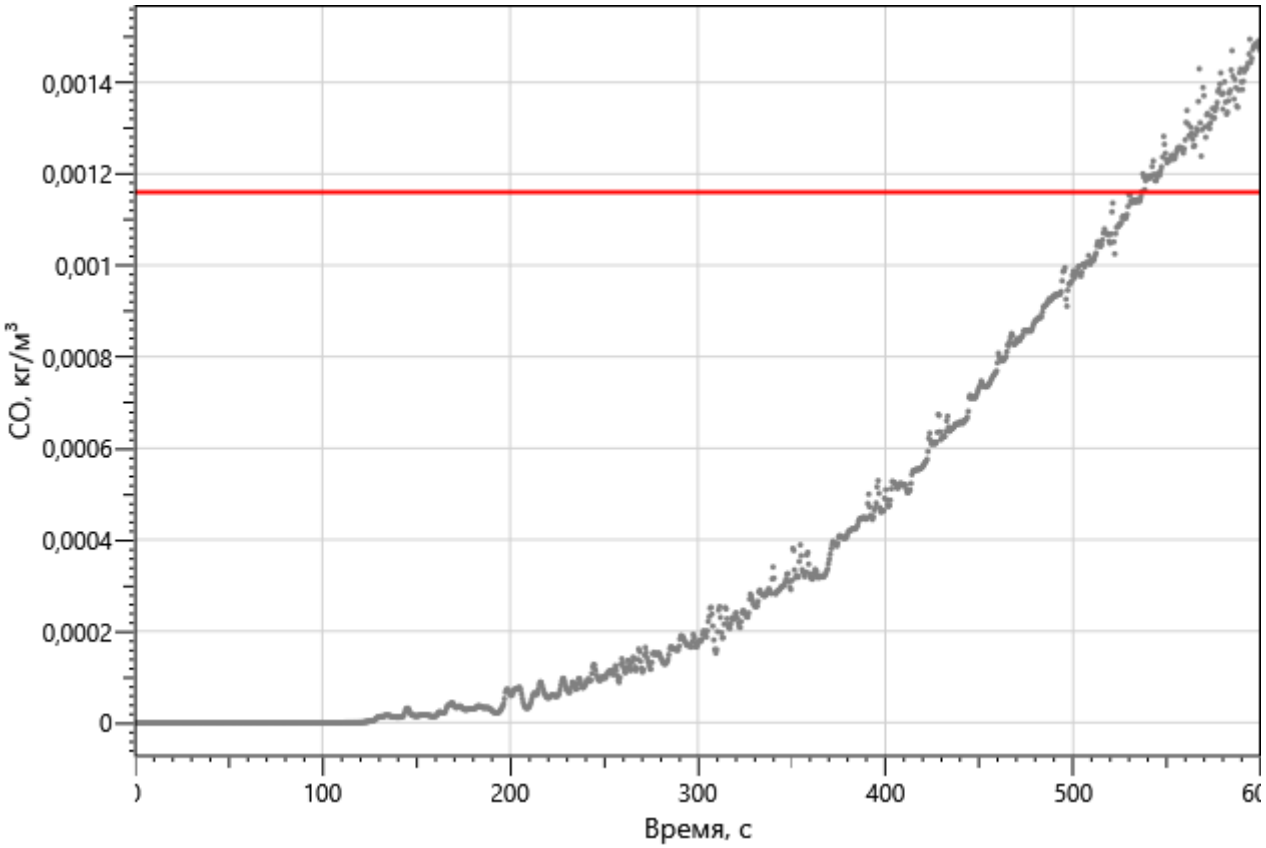


Рисунок 298 - Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

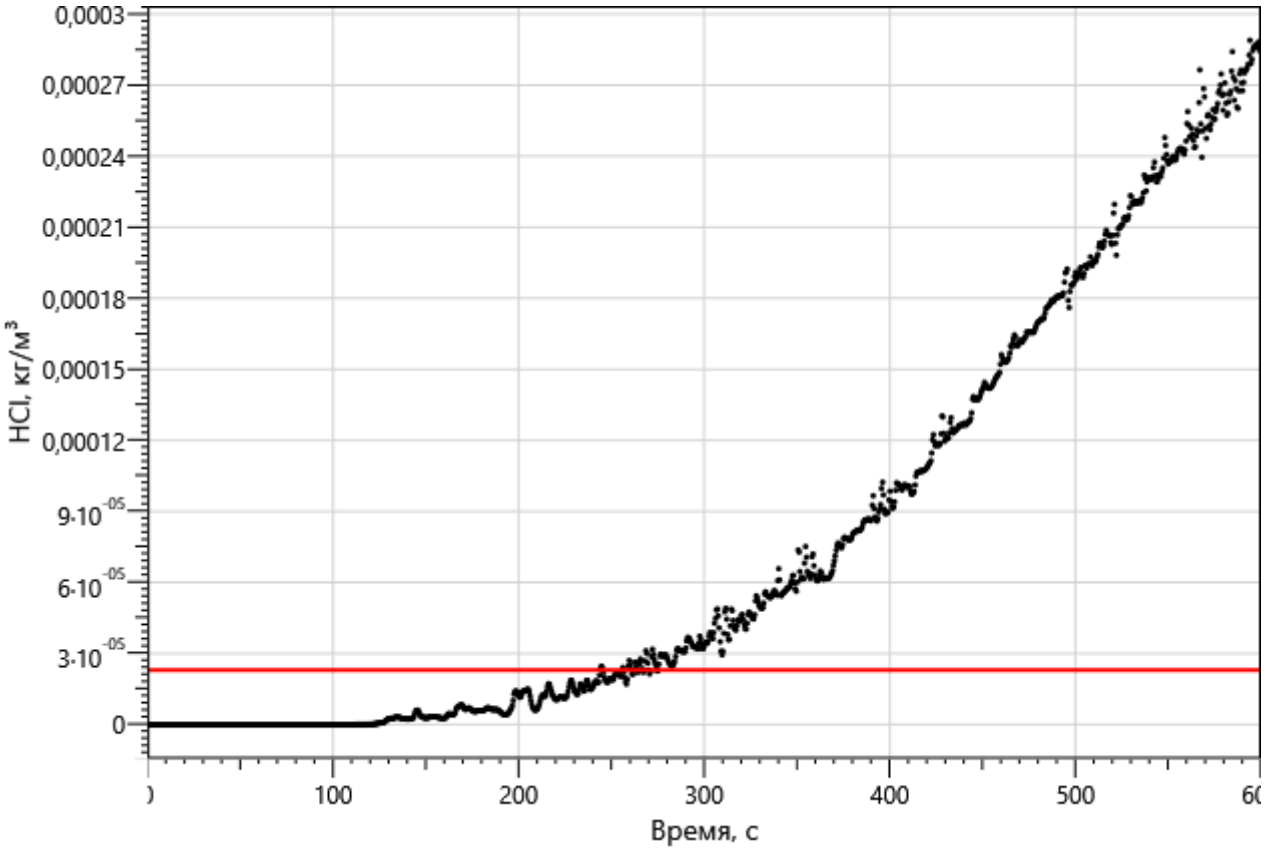


Рисунок 299 - Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

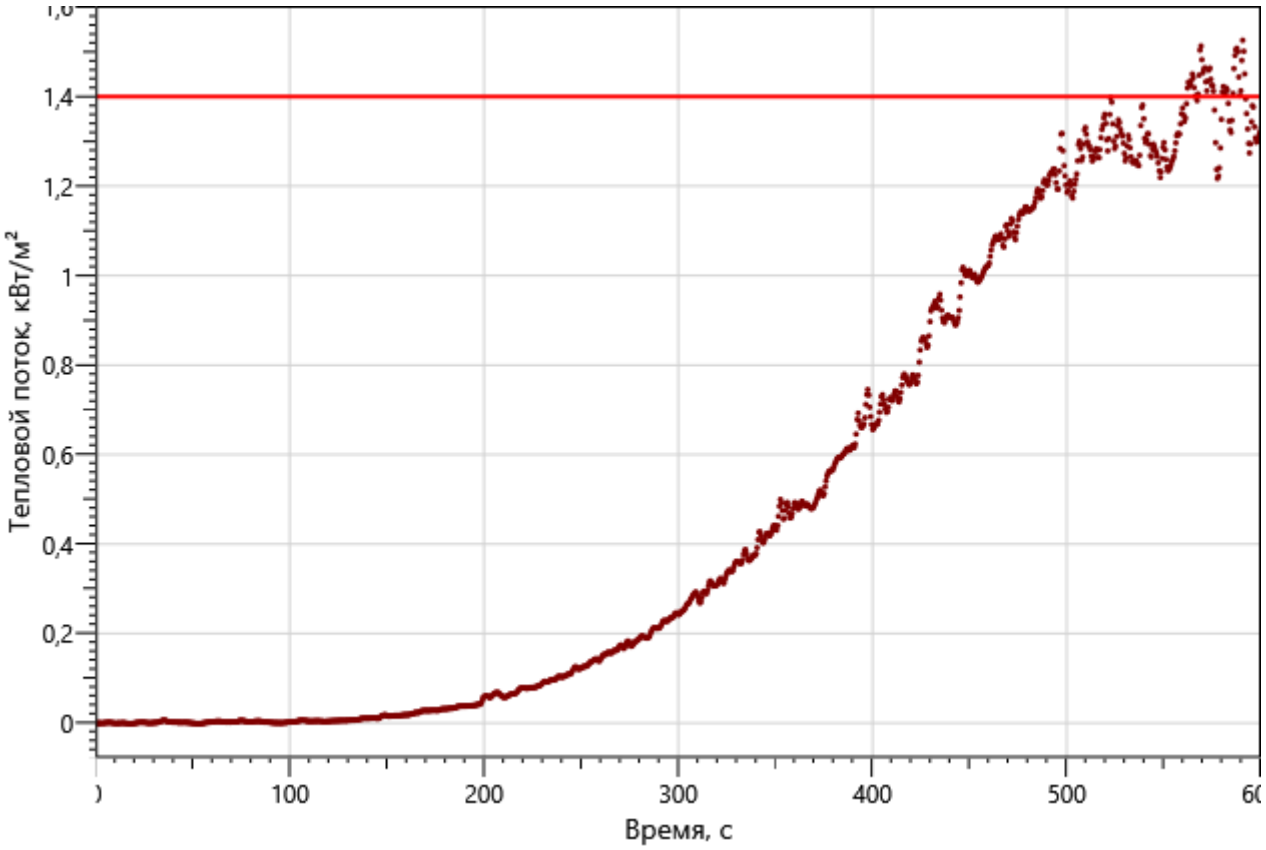


Рисунок 300 - Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

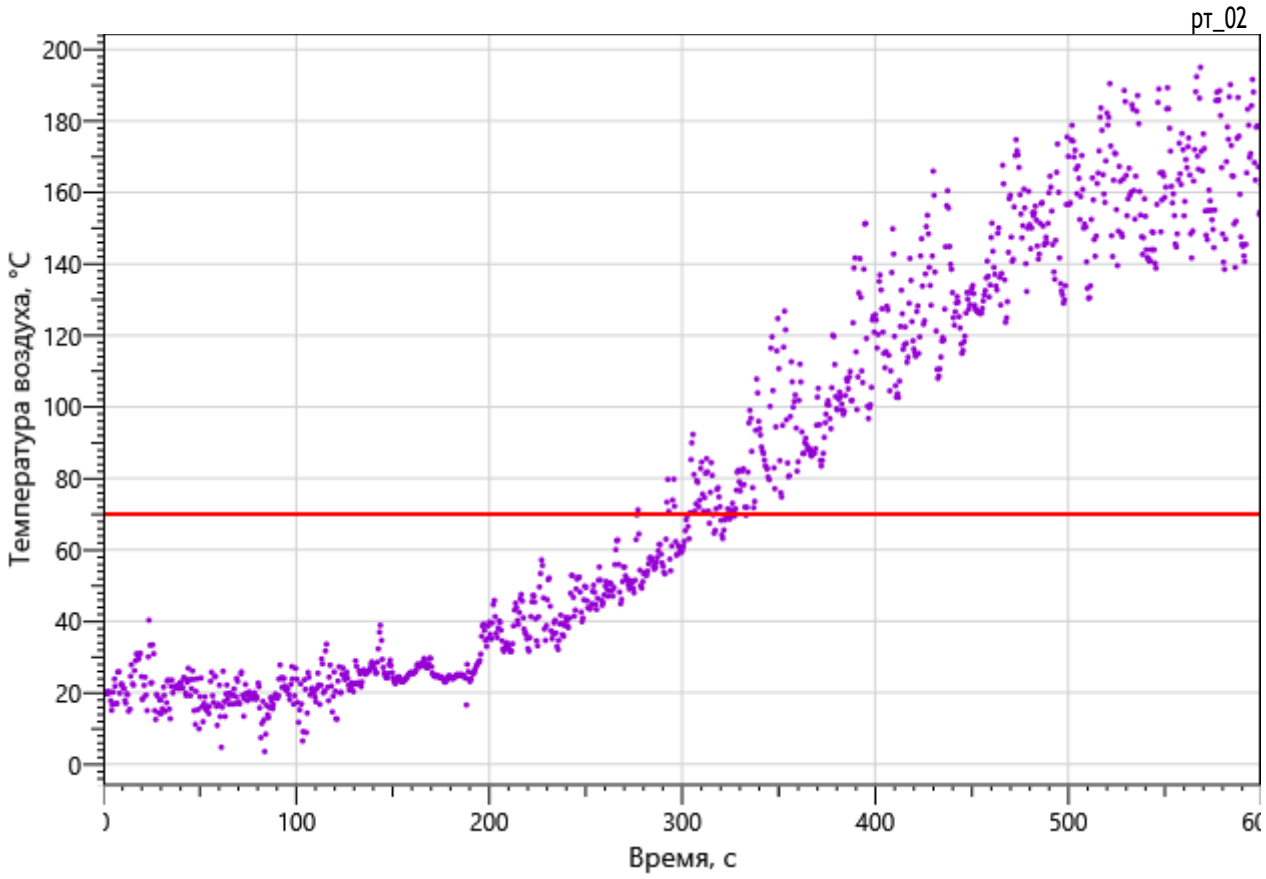


Рисунок 301 - Зависимость температуры от длительности пожара

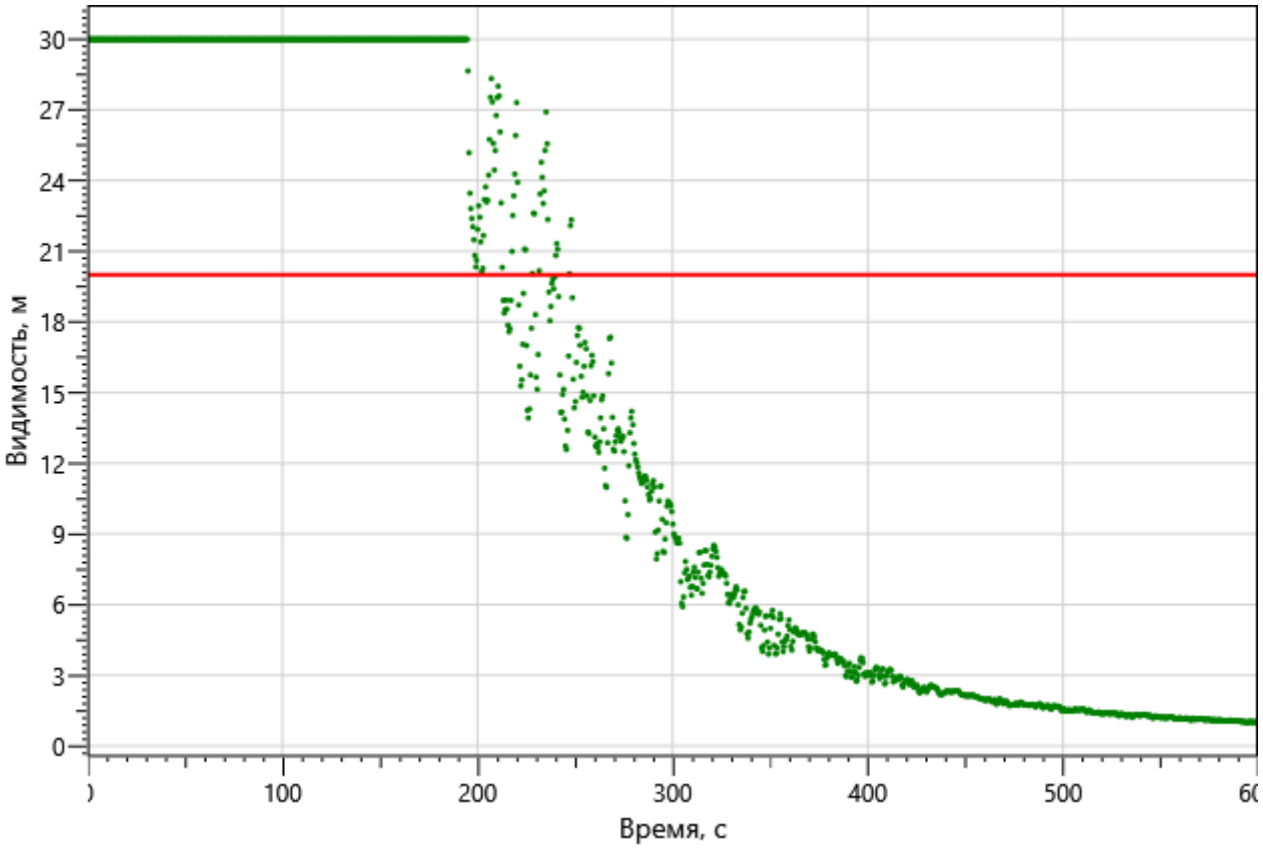


Рисунок 302 - Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

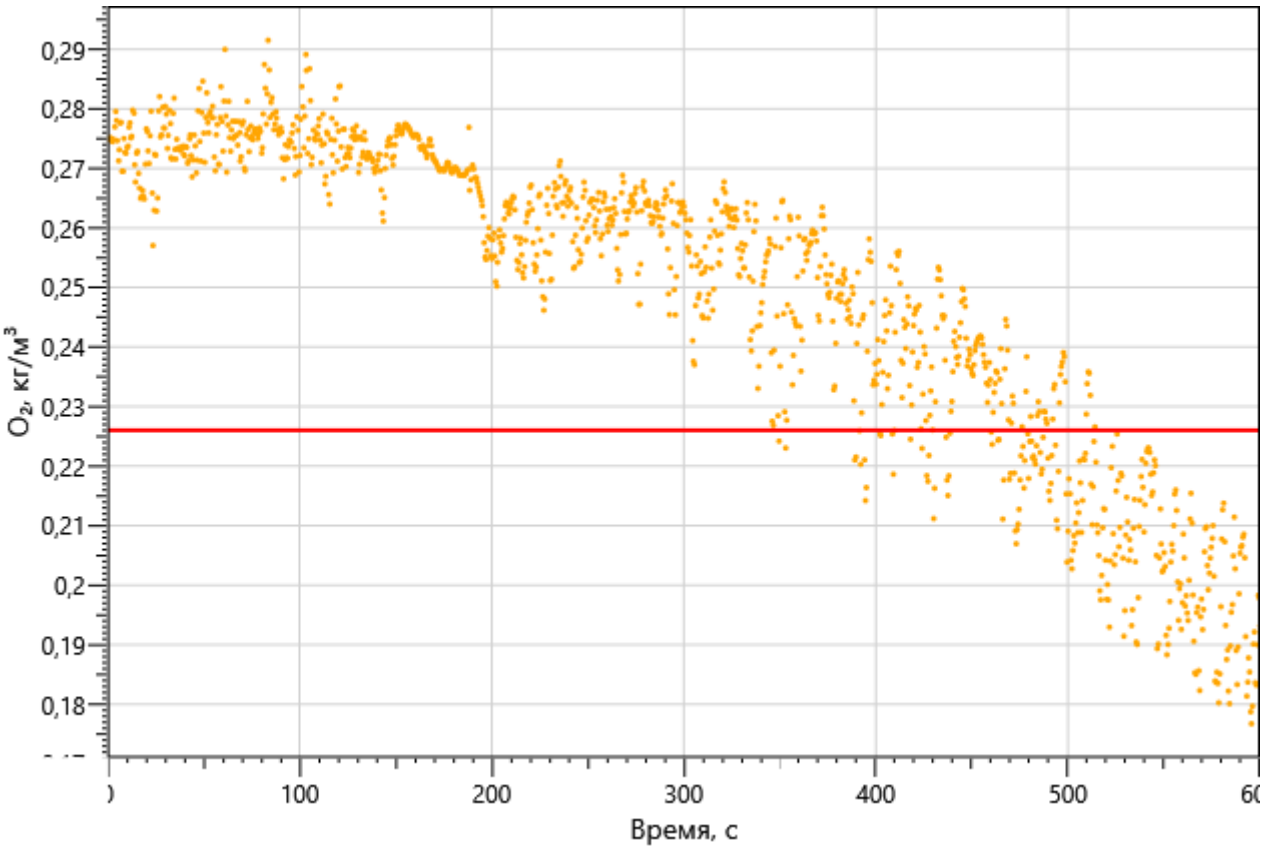


Рисунок 303 - Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

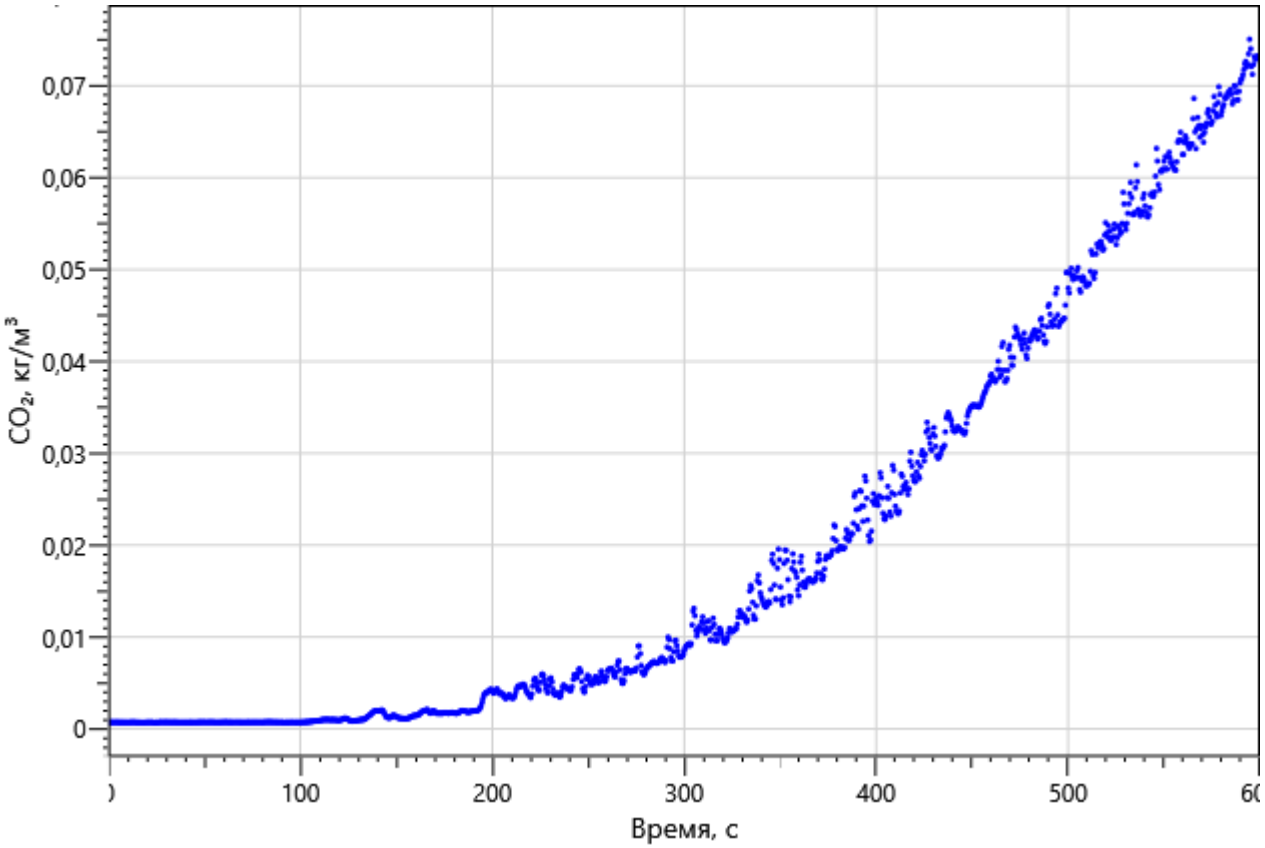


Рисунок 304 - Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

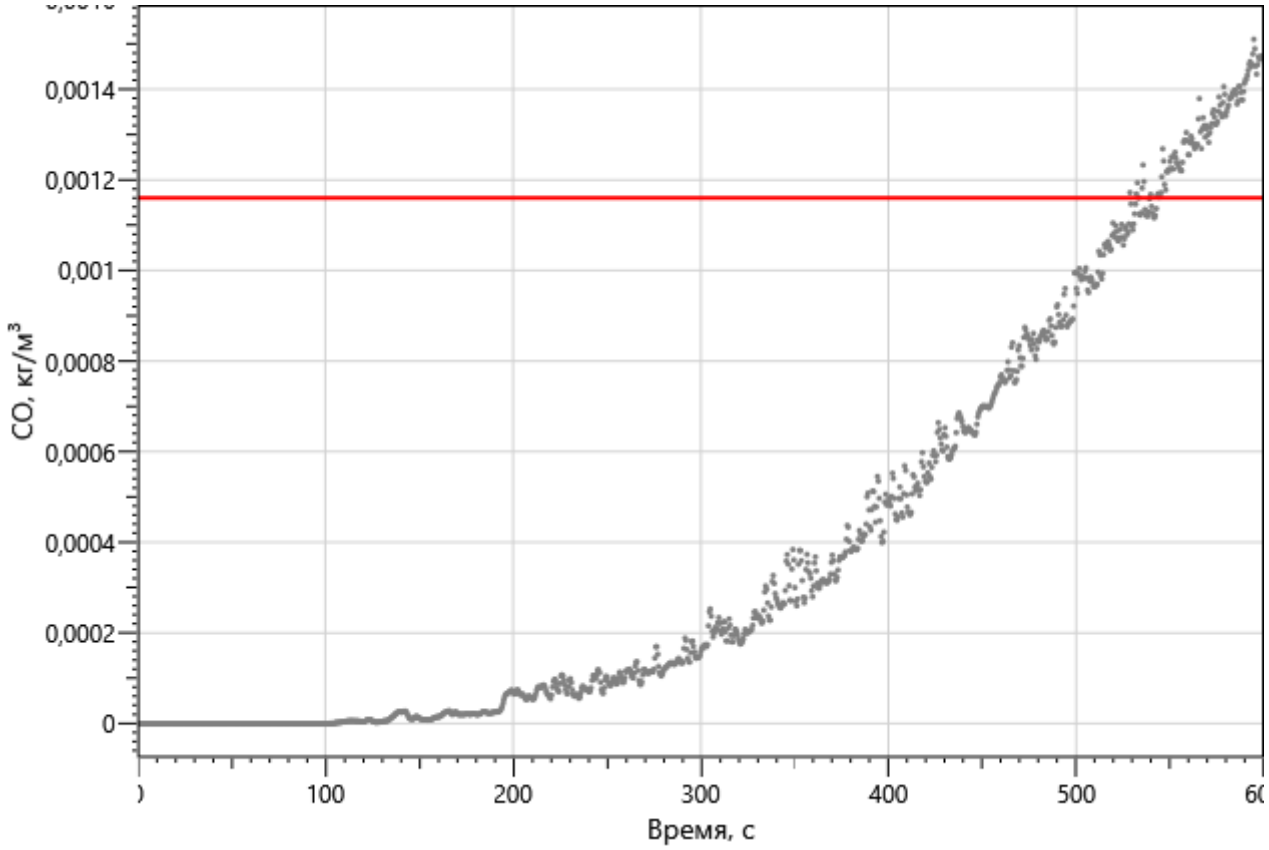


Рисунок 305 - Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

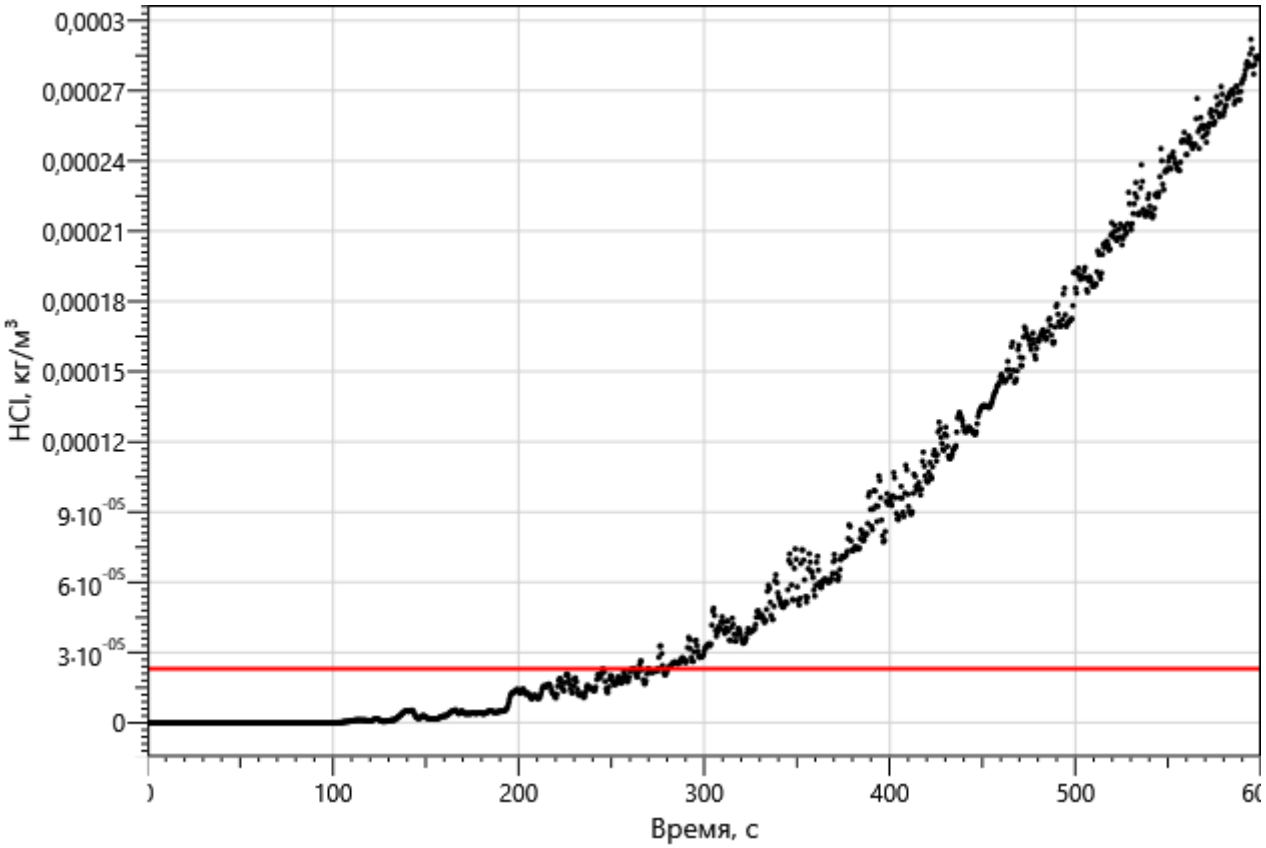


Рисунок 306 - Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

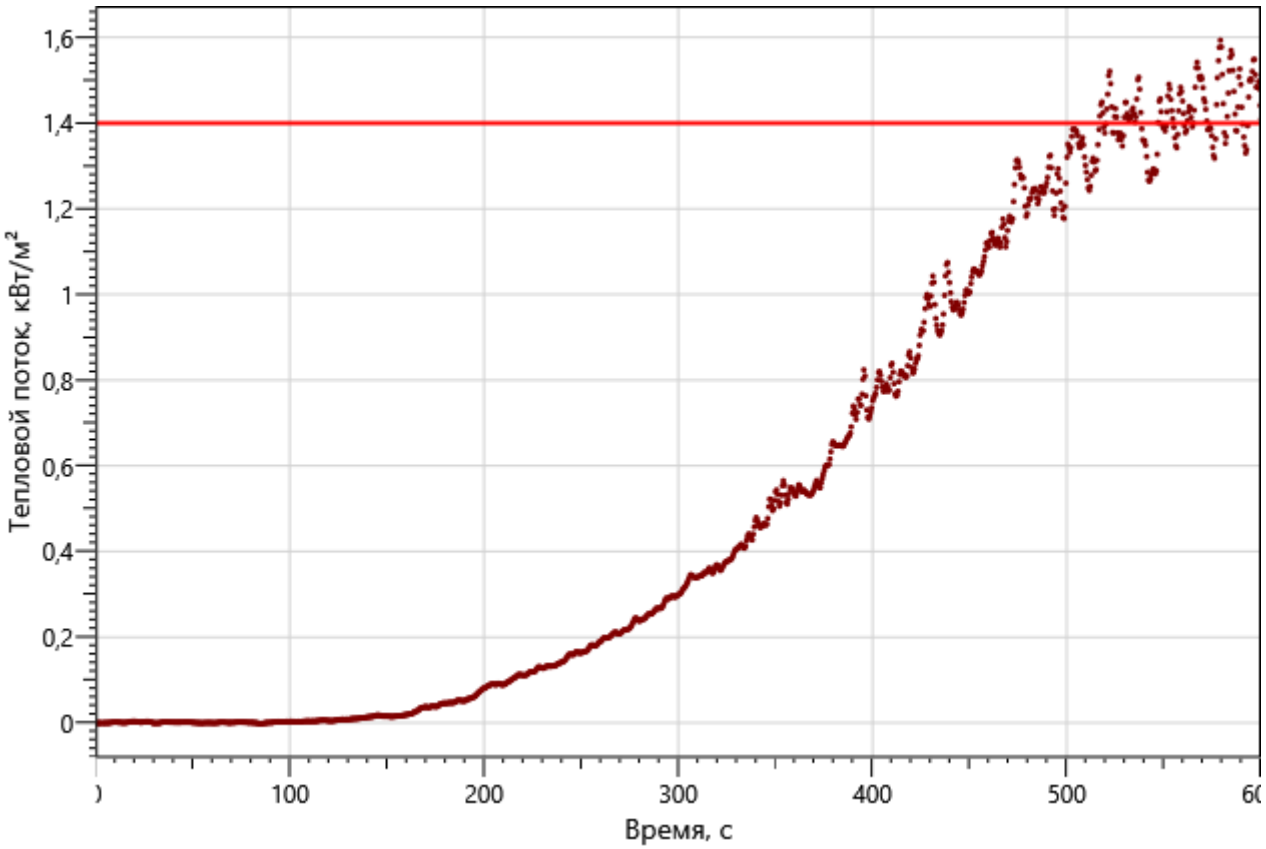


Рисунок 307 - Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

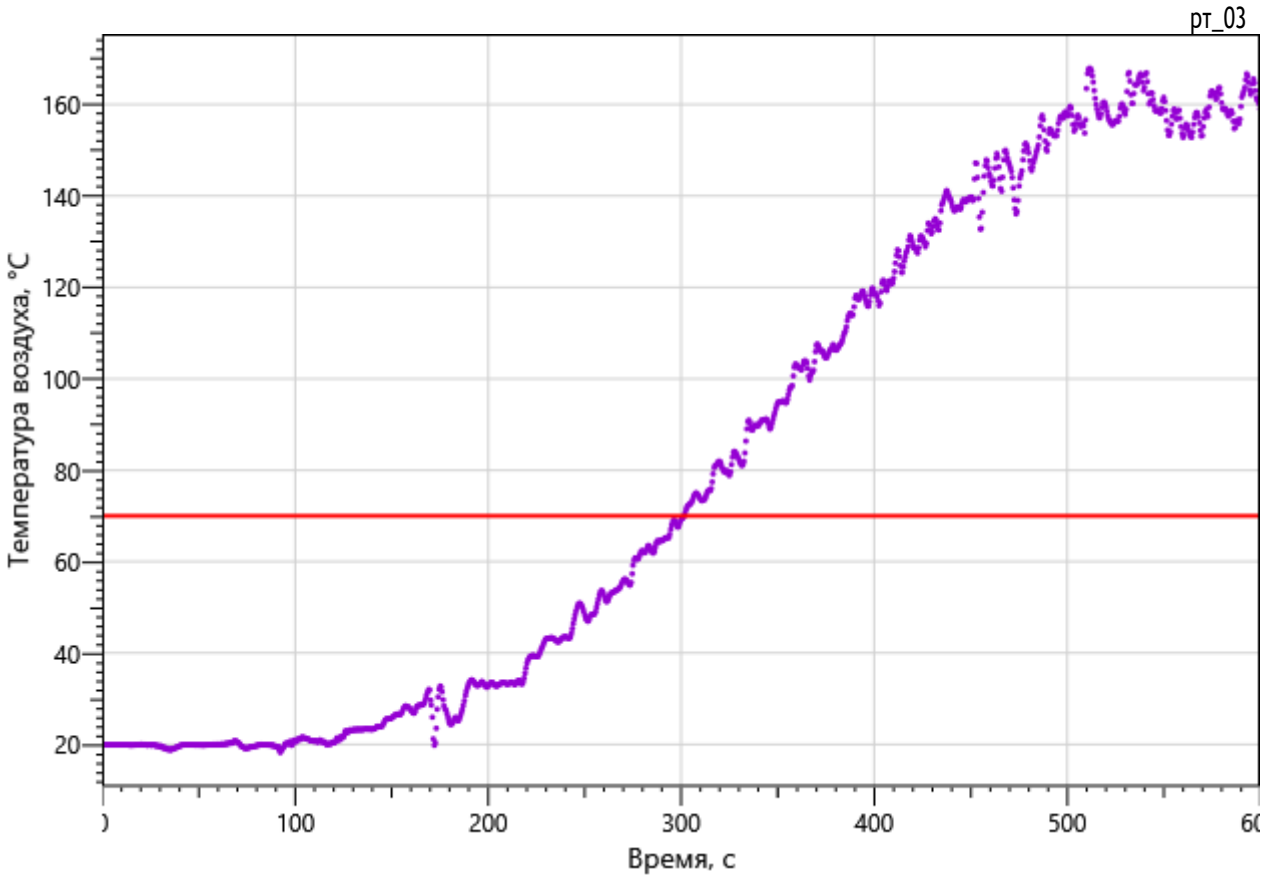


Рисунок 308 - Зависимость температуры от длительности пожара

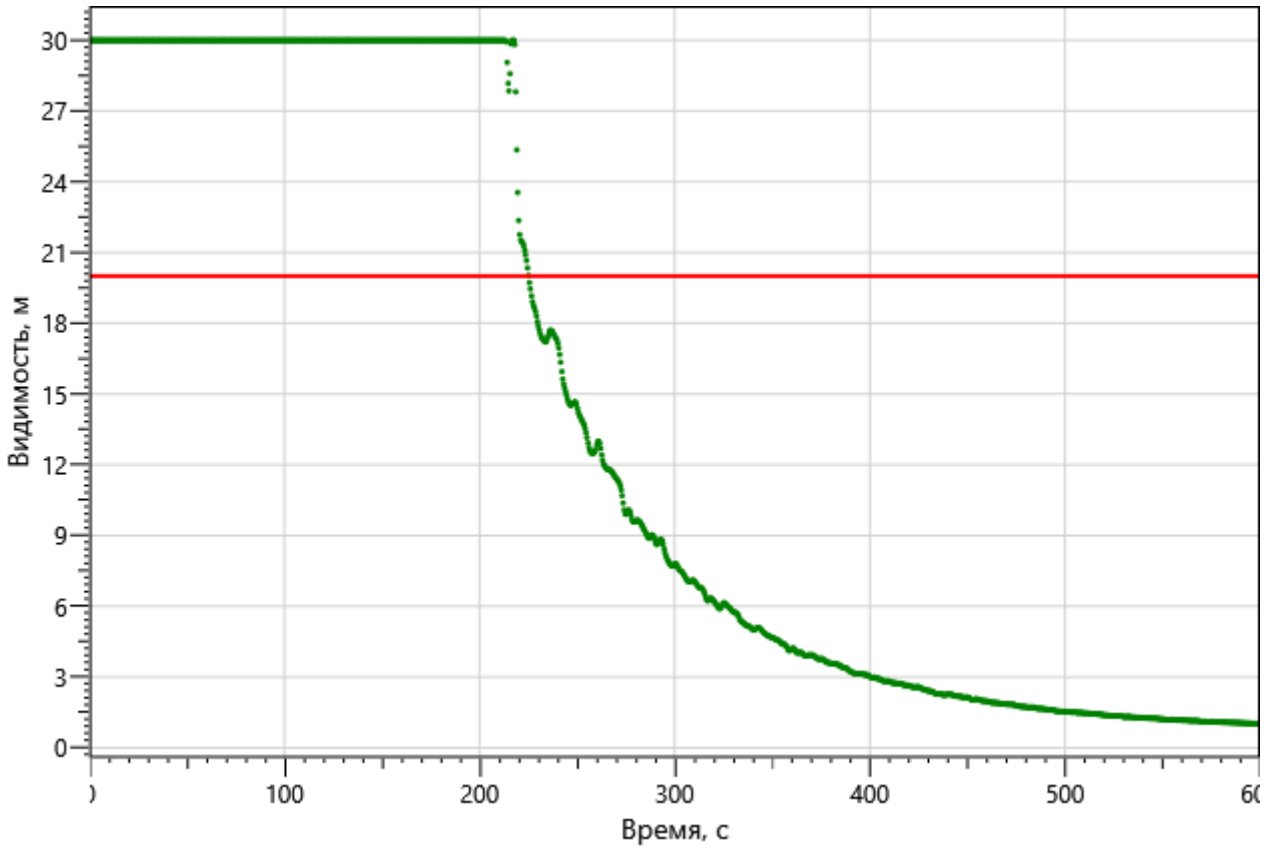


Рисунок 309 - Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

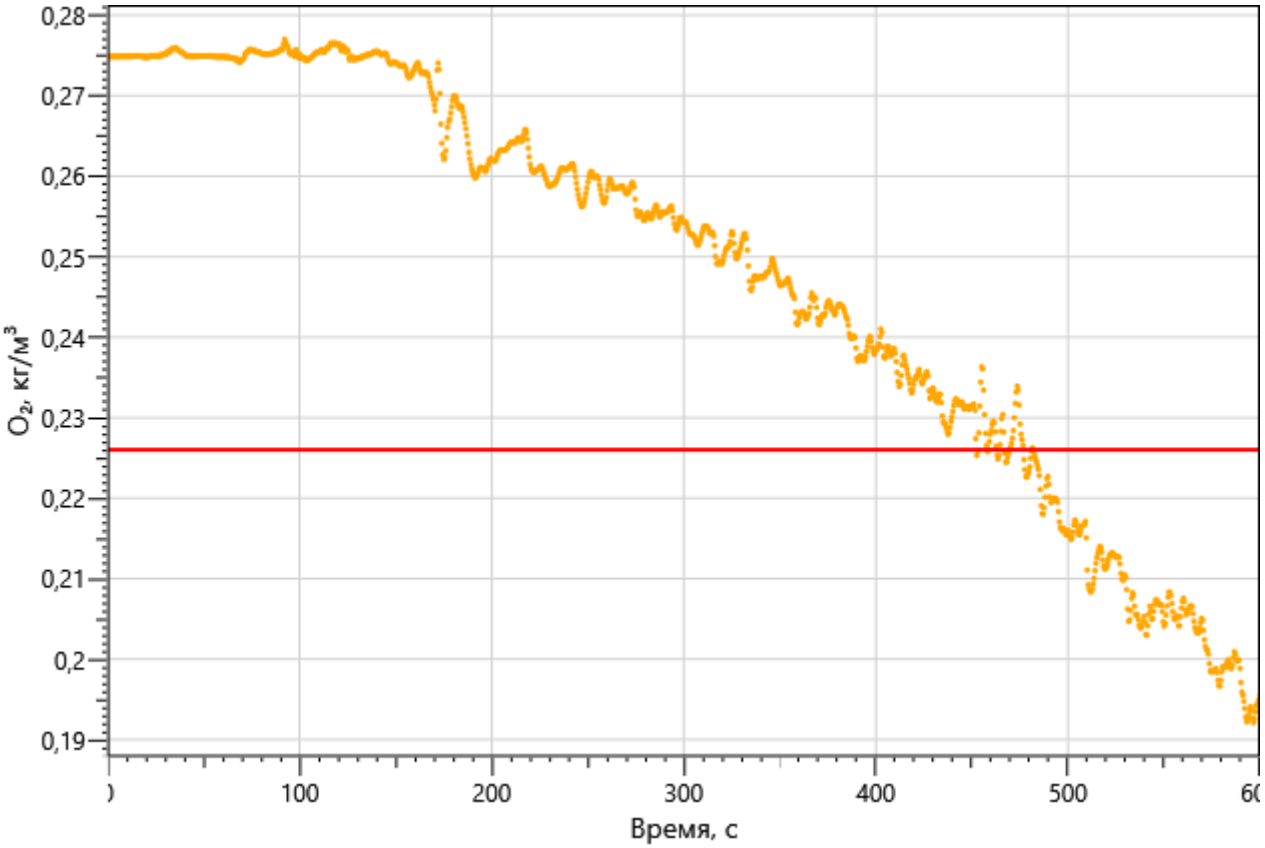


Рисунок 310 - Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

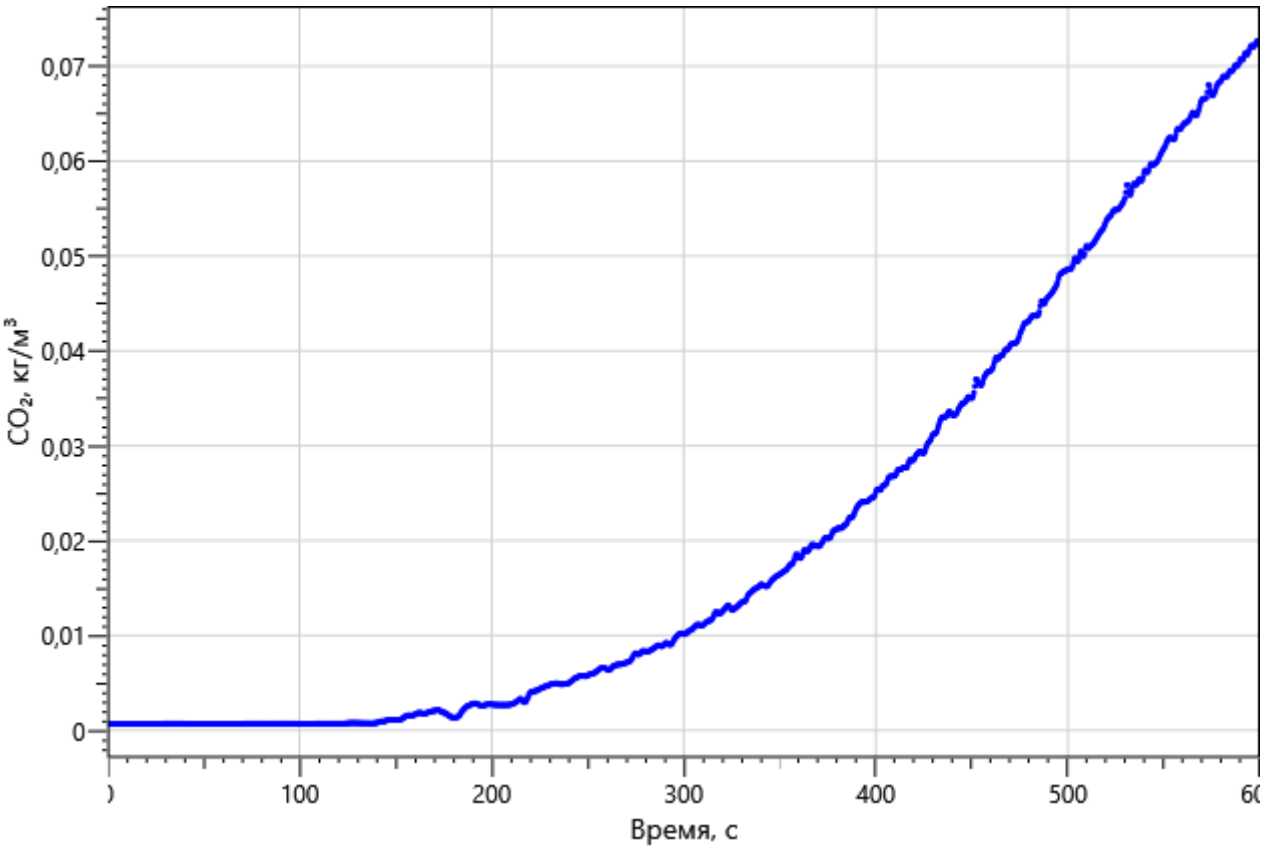


Рисунок 311 - Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

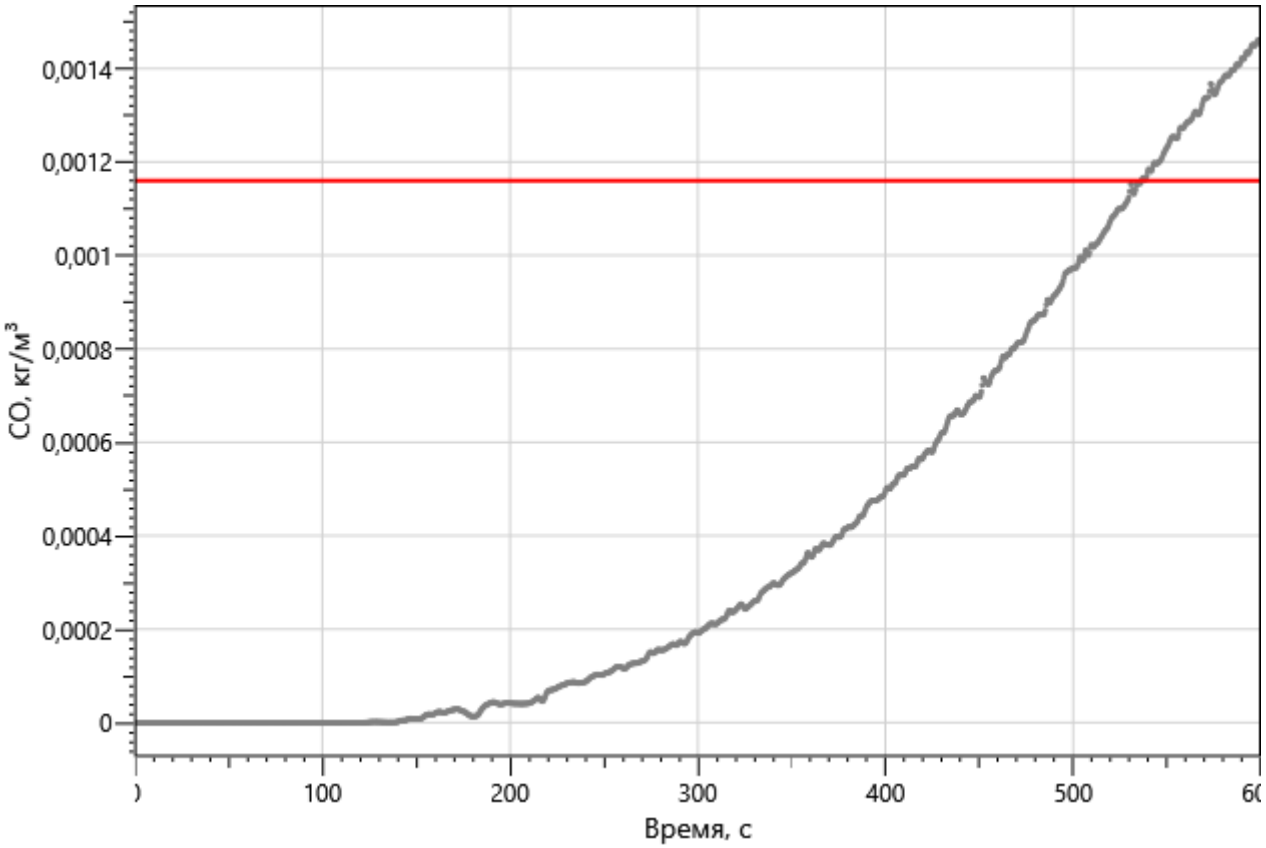


Рисунок 312 - Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

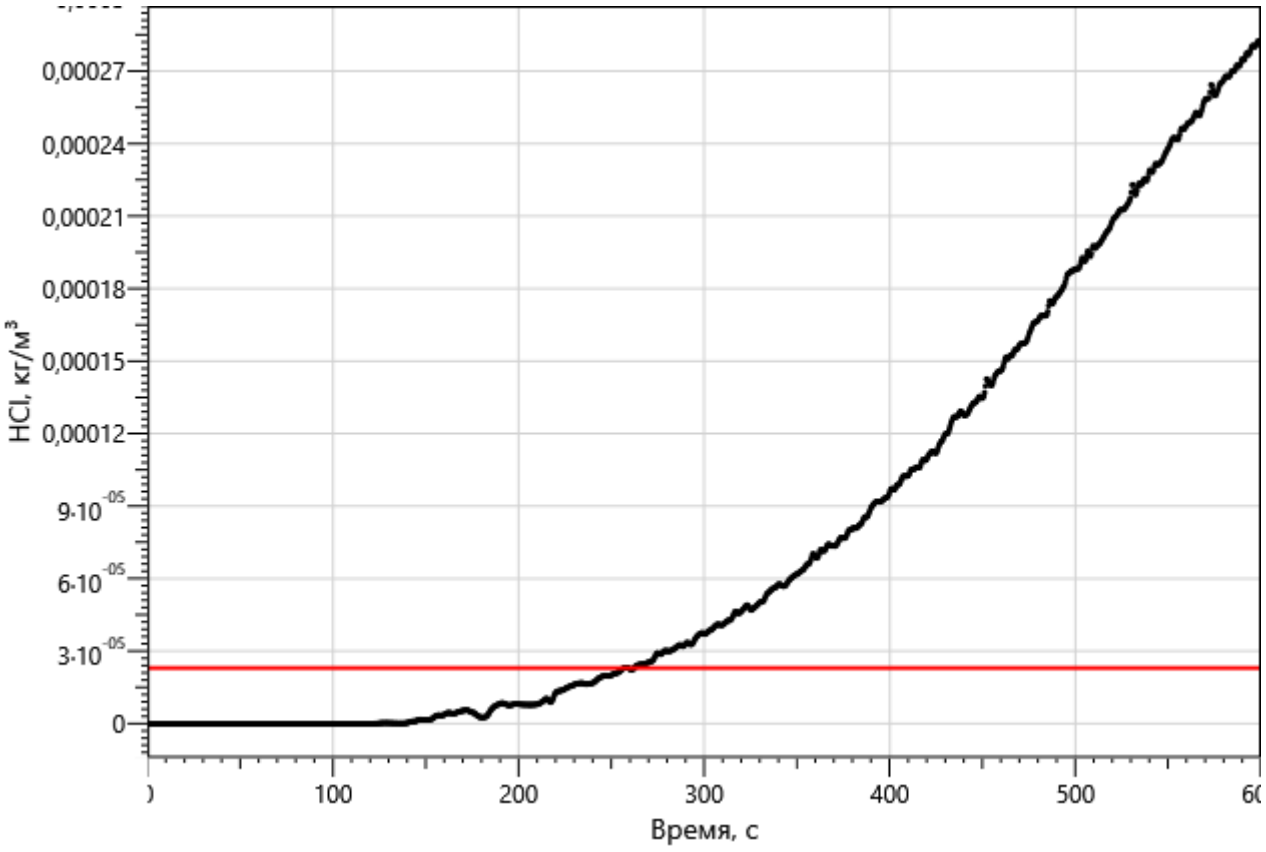


Рисунок 313 - Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

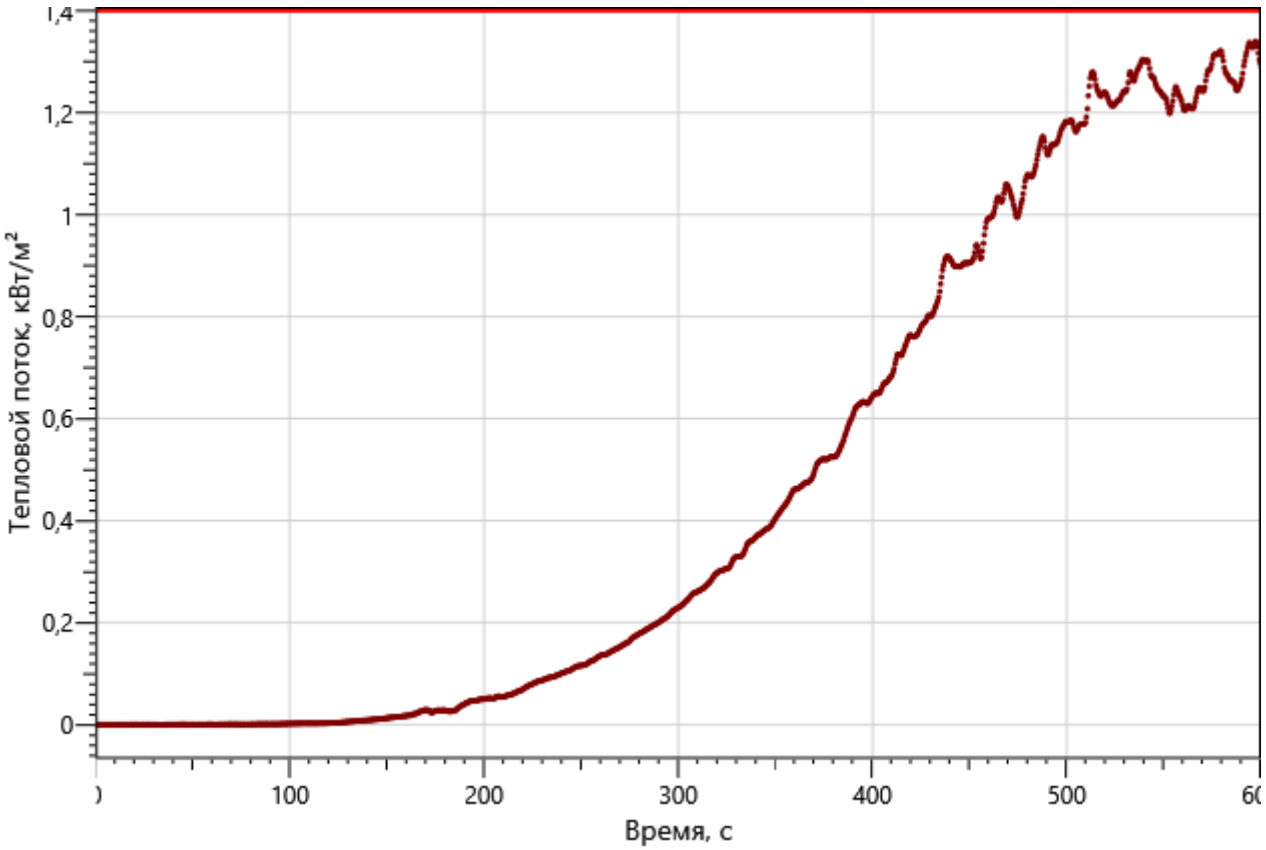


Рисунок 314 - Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

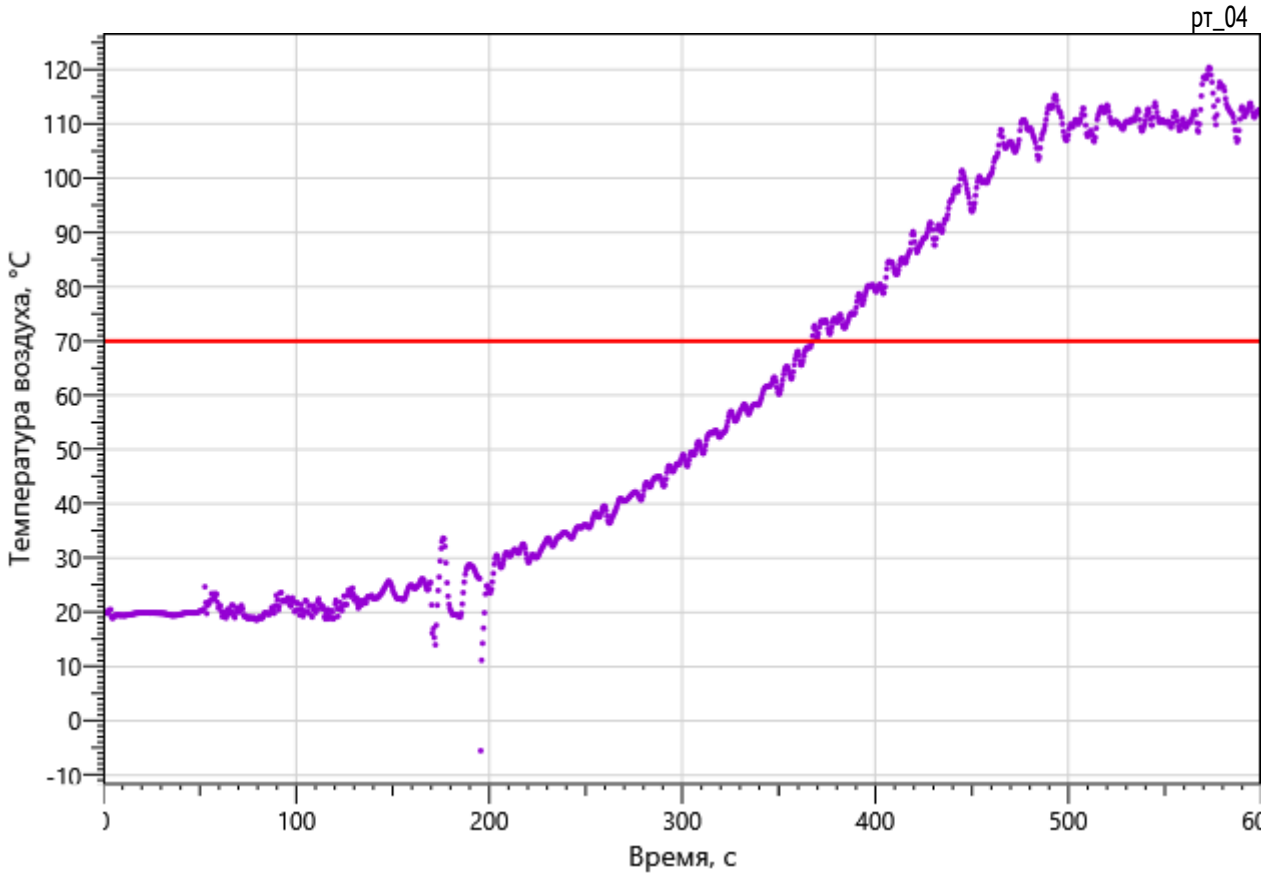


Рисунок 315 - Зависимость температуры от длительности пожара

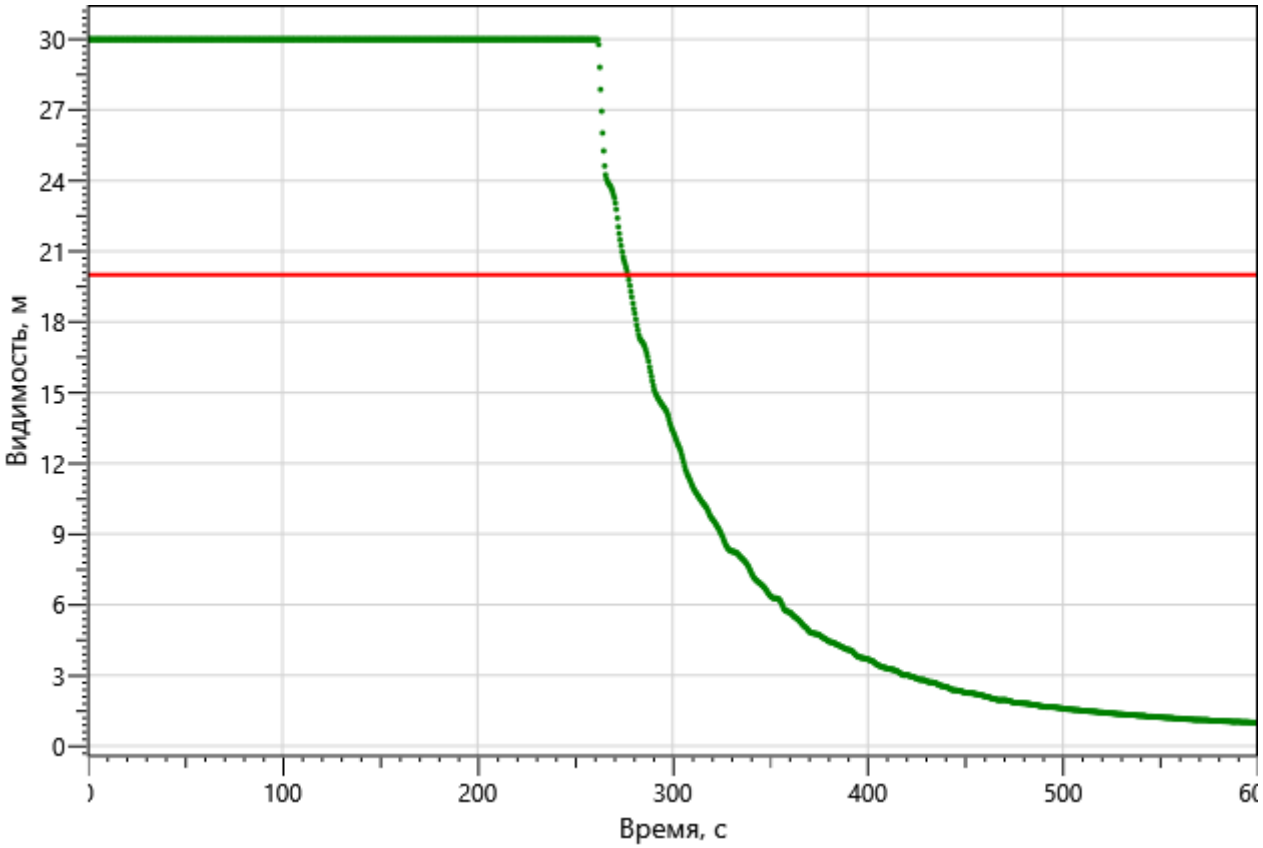


Рисунок 316 - Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

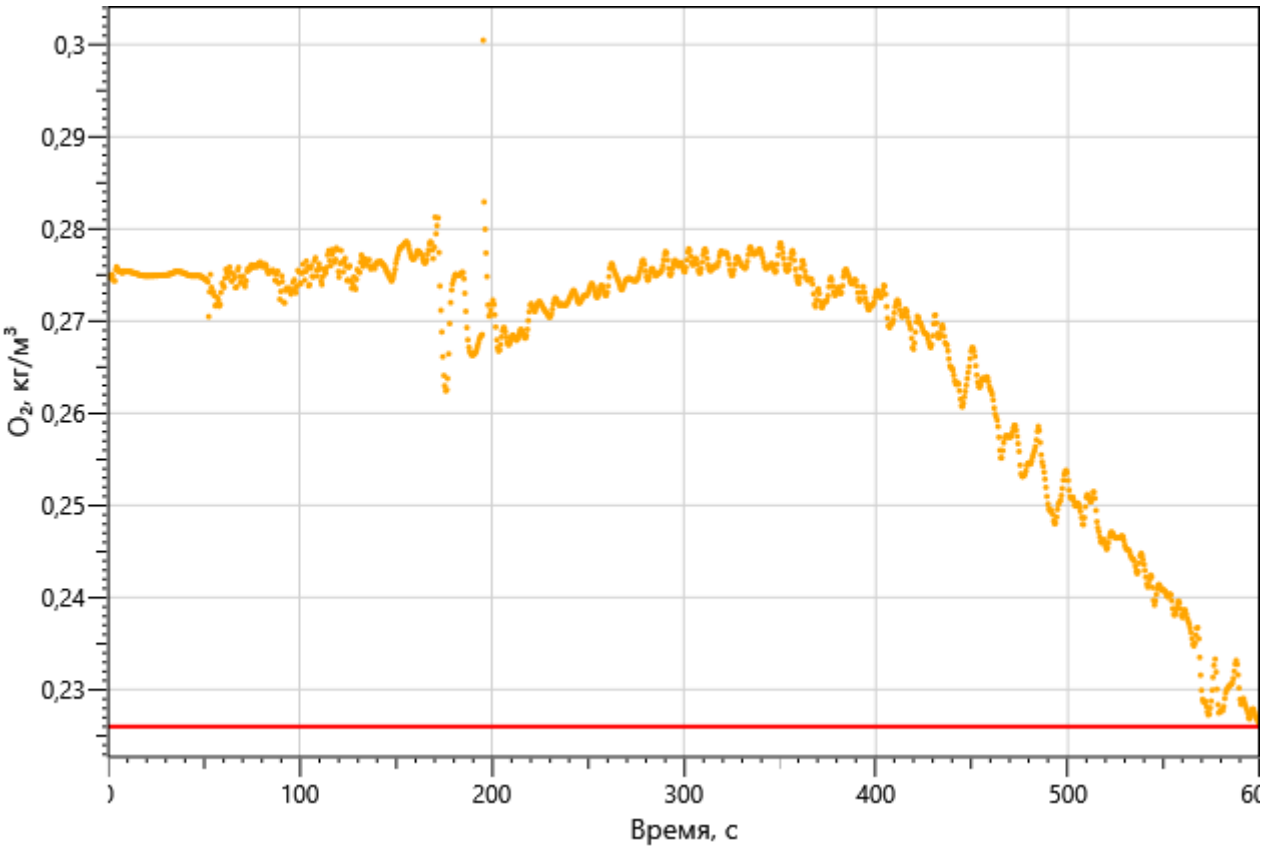


Рисунок 317 - Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

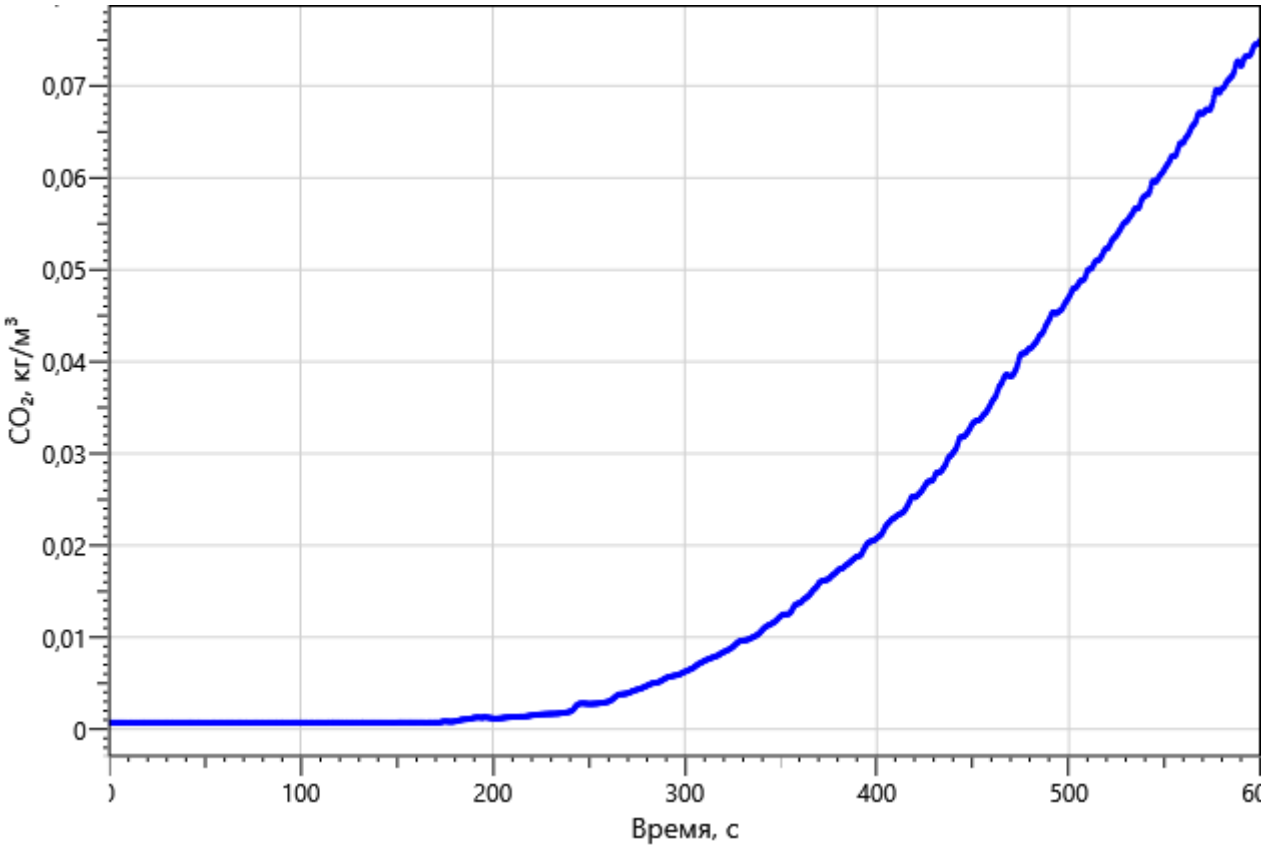


Рисунок 318 - Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

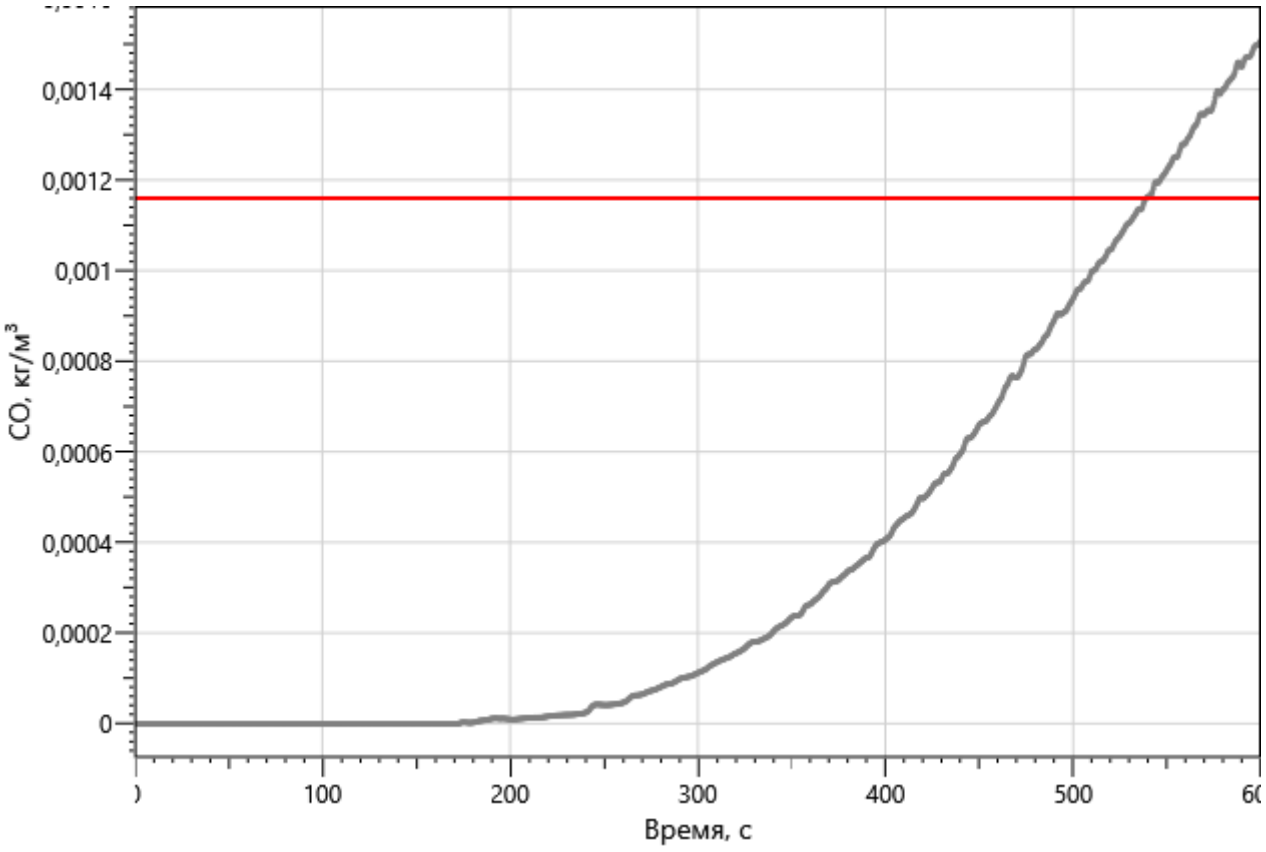


Рисунок 319 - Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

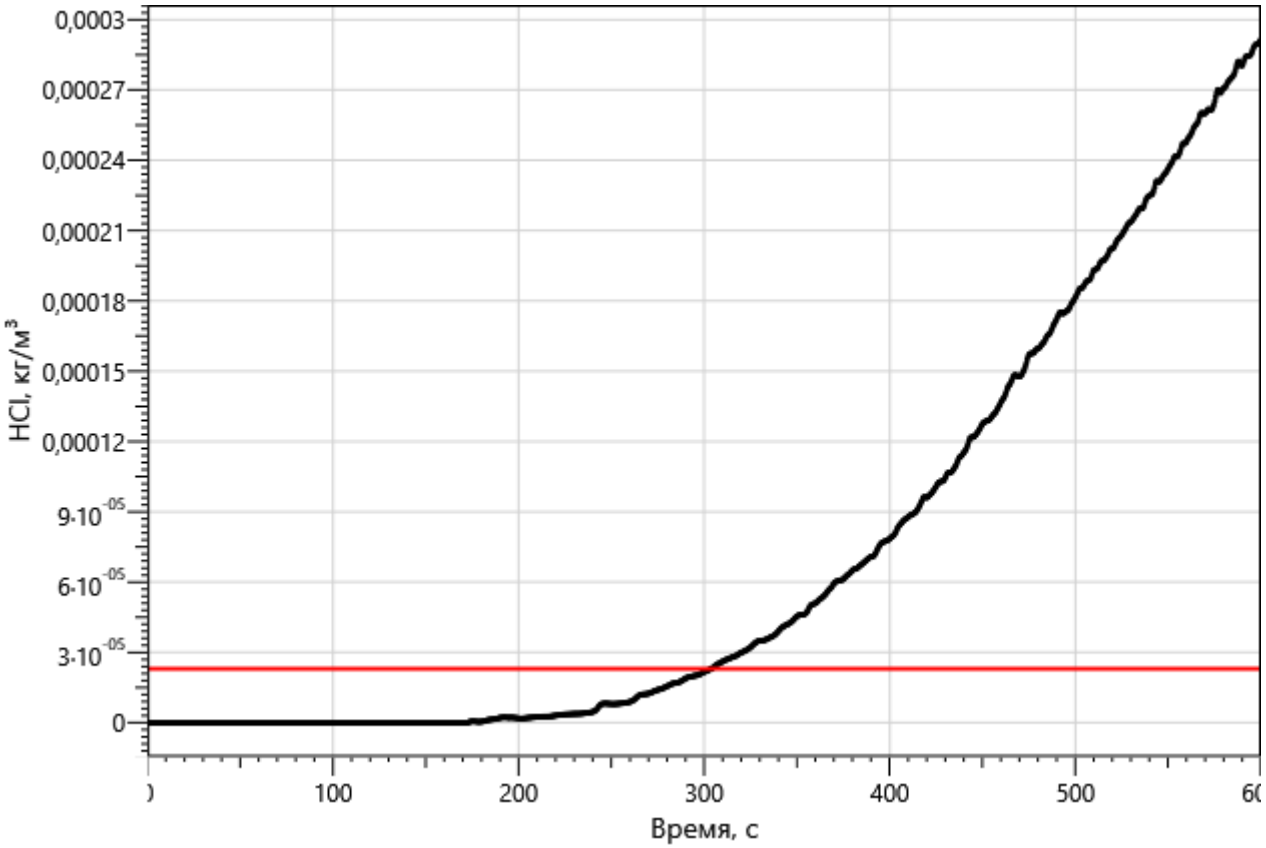


Рисунок 320 - Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

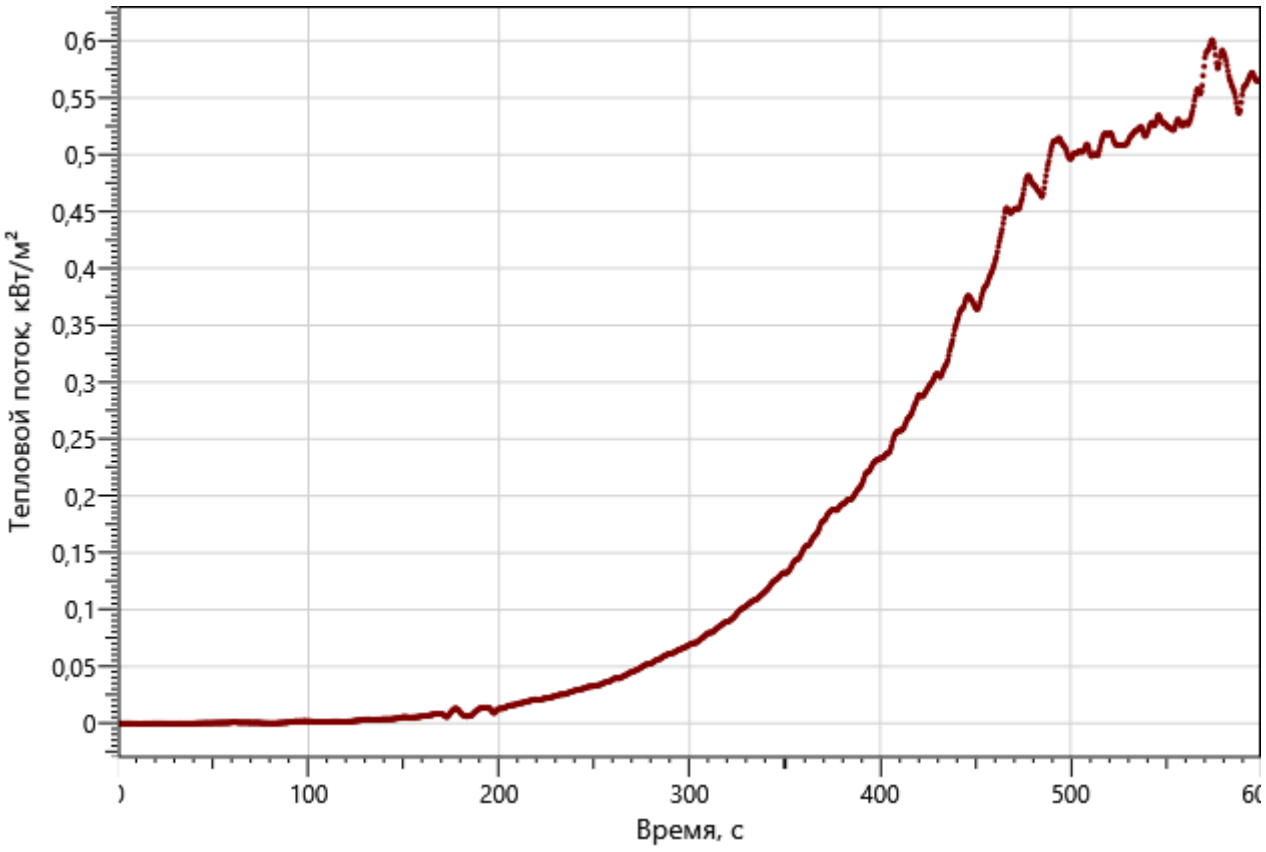


Рисунок 321 - Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

5.6.2. Определение расчетного времени эвакуации людей из здания (сценарий №6)

Пожар происходит в помещении БКТ на 1-м этаже секции 4. ОФП распространяются по помещению и за его пределы, при этом блокируют эвакуационный выход, ведущий наружу.

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

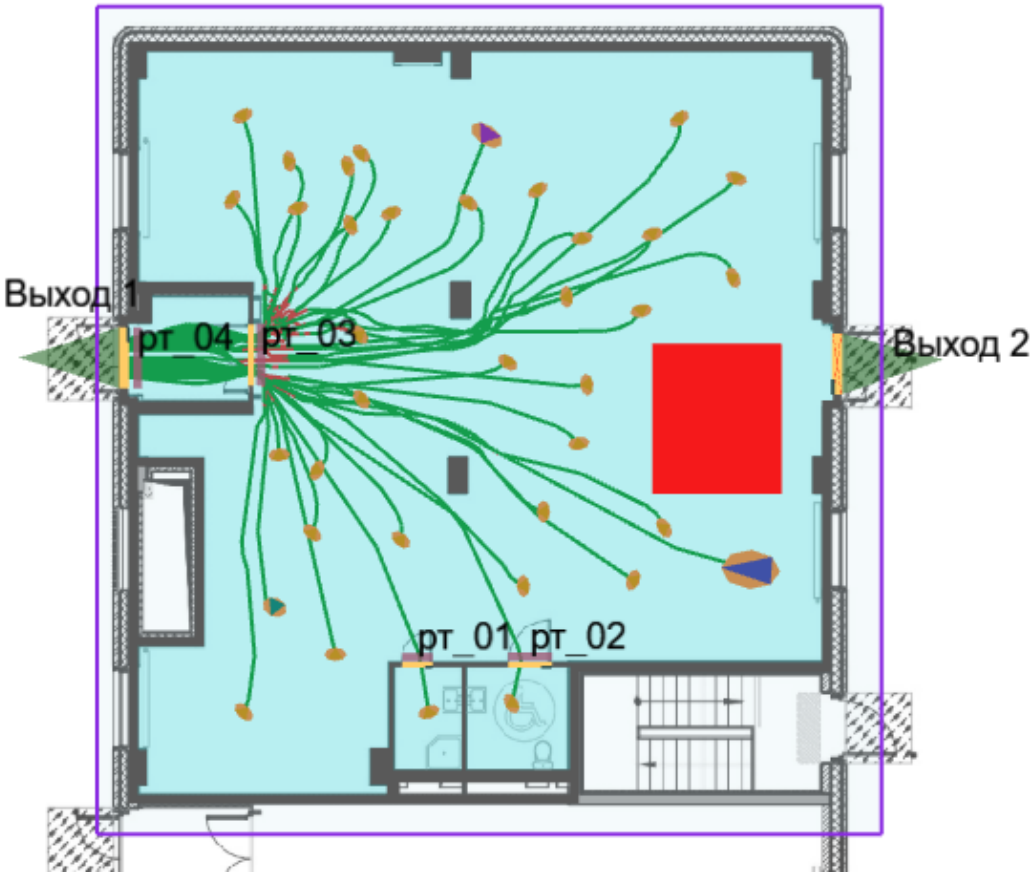


Рисунок 322 – План 1-го этажа и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации

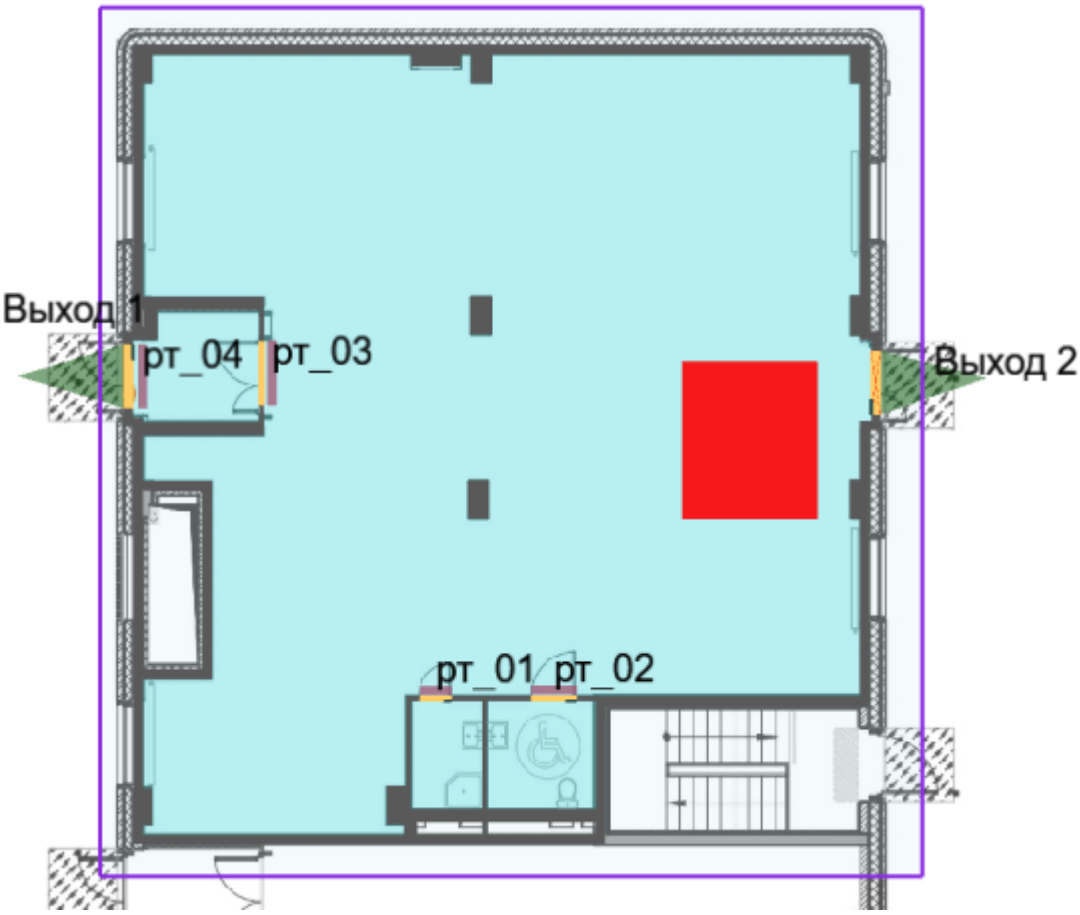


Рисунок 323 - План 1-го этажа и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации (расположение людей на момент полной эвакуации с этажа пожара - 2 мин. 50 сек.)

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:

- $t_{НЭ}$ = 7,2 с - для помещения очага пожара;
- tн.э. = 161,97 с - для всех остальных

Время достижения порогового значения срабатывания ИП: $t_{пор}$ = 113,97 с;

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

Время проведения предварительных действий, предшествующие началу эвакуации: $t_{предв}$ = 30 с;

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

Время существования скоплений: $t_{СК}$ = 1,0 с;

Общее количество людей: 37;

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

– на 1 этаже: 34 человек контингента М0-3 (зимняя одежда), 1 человек контингента М4 (зимняя одежда), 1 человек контингента М3 (зимняя одежда), 1 человек контингента М2 (зимняя одежда);

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

Время эвакуации до эвакуационных выходов представлено в таблице ниже.

Таблица 50

Расположение	Наименование	Время первого, с	Время последнего, с	Количество людей
Этаж 1				
	Выход 1	10,4	170,2	37
	Выход 2	не используется	не используется	0

Время эвакуации через регистраторы представлено в таблице ниже.

Таблица 51

Расположение	Наименование	Время первого, с	Время последнего, с	Количество людей
Этаж 1				
Помещение 1	рт_01	162,6	162,2	1
	рт_02	162,6	162,2	1
	рт_03	8,2	168,0	37
Помещение 2	рт_04	10,0	169,8	37

5.6.3. Определение вероятности эвакуации людей из здания при пожаре (сценарий №6)

Вероятность эвакуации представлена в таблице ниже.

Таблица 52

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 1	рт_01	204,6	163,7	162,0	162,6	0,999
	рт_02	213,1	170,5	162,0	162,6	0,999
	рт_03	225,6	180,5	7,2	168,0	0,999
Помещение 2	рт_04	277,1	221,7	7,2	169,8	0,999

Результаты проведенных расчетов показывают, что максимальное расчетное время эвакуации с этажа пожара составит 2,83 мин. Время выхода из здания составляет 2,84 мин (Выход 1).

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

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

Таблица 53

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 №6					
рт_01	2,70	2,71	2,73	0,999	**Безопасно**
рт_02	2,70	2,71	2,84	0,999	**Безопасно**
рт_03	0,12	2,80	3,00	0,999	**Безопасно**
рт_04	0,12	2,83	3,69	0,999	**Безопасно**

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

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

5.6.4. Определение величины индивидуального пожарного риска (сценарий №6)

Частота возникновения пожаров в здании $4{,}00 \cdot 10^{-2}$.

Вероятность эффективного срабатывания систем противопожарной защиты:

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

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

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

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

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

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

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

Вероятность присутствия эвакуируемого контингента в здании, определяемая из соотношения $Р_{пр,i} = t_{функц,i}$ /24, равна $Р_{пр,i}$=0,5. При времени нахождения людей в помещениях БКТ 12 часов.

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

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

и равна $Р_{Э,i,j}$ = 0,999.

Расчетная величина индивидуального пожарного риска R_i рассчитывается по формуле:

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

$$R = 0{,}04 \cdot (1-0{,}9) \cdot 0{,}5 \cdot (1-0{,}999) \cdot (1-0{,}8704) = 0{,}25 \cdot 10^{-6}$$

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

Таблица 54

№ сценария пожара	Группа эвакуируемого контингента	Вероятность присутствия и спасения людей	Вероятность возникновения пожара	Вероятность эвакуации	Коэффициент соответствия системы противопожарной защиты, $К_{пз,i}$	Расчетная величина пожарного риска для группы эвакуируемого контингента	Расчетная величина пожарного риска
6 (Помещение БКТ)	М0-3 (зимняя одежда)	$Р_{пр,i}$ = 0,5	$2{,}00 \cdot 10^{-2}$	0,999	0,8704	$0{,}25 \cdot 10^{-6}$	$0{,}25 \cdot 10^{-6}$
	Пожилые немощные люди	$Р_{пр,i}$ = 0,5	$2{,}00 \cdot 10^{-2}$	0,999	0,8704	$0{,}25 \cdot 10^{-6}$	
	Люди с поражением ОДА (1 опора)	$Р_{пр,i}$ = 0,5	$2{,}00 \cdot 10^{-2}$	0,999	0,8704	$0{,}25 \cdot 10^{-6}$	
	Инвалиды на креслах-колясках	$Р_{пр,i}$ = 0,5	$2{,}00 \cdot 10^{-2}$	0,999	0,8704	$0{,}25 \cdot 10^{-6}$	

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 БКТ, R = $0{,}25 \cdot 10^{-6}$ менее нормативного значения индивидуального пожарного риска ($R_{норм}$=10^{-6}), то расчетная величина индивидуального пожарного риска при возможном пожаре соответствует требуемому значению.

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

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

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

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

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

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

- $R_i = 0{,}58 \cdot 10^{-6} < R_{норм} = 1 \cdot 10^{-6}$ - для помещений автостоянки;
- $R_i = 0{,}33 \cdot 10^{-6} < R_{норм} = 1 \cdot 10^{-6}$ - для жилых помещений;
- $R_i = 0{,}25 \cdot 10^{-6} < R_{норм} = 1 \cdot 10^{-6}$ - для помещений БКТ;

Заключительная часть:

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

Приложение №1

Поэтажные планы:

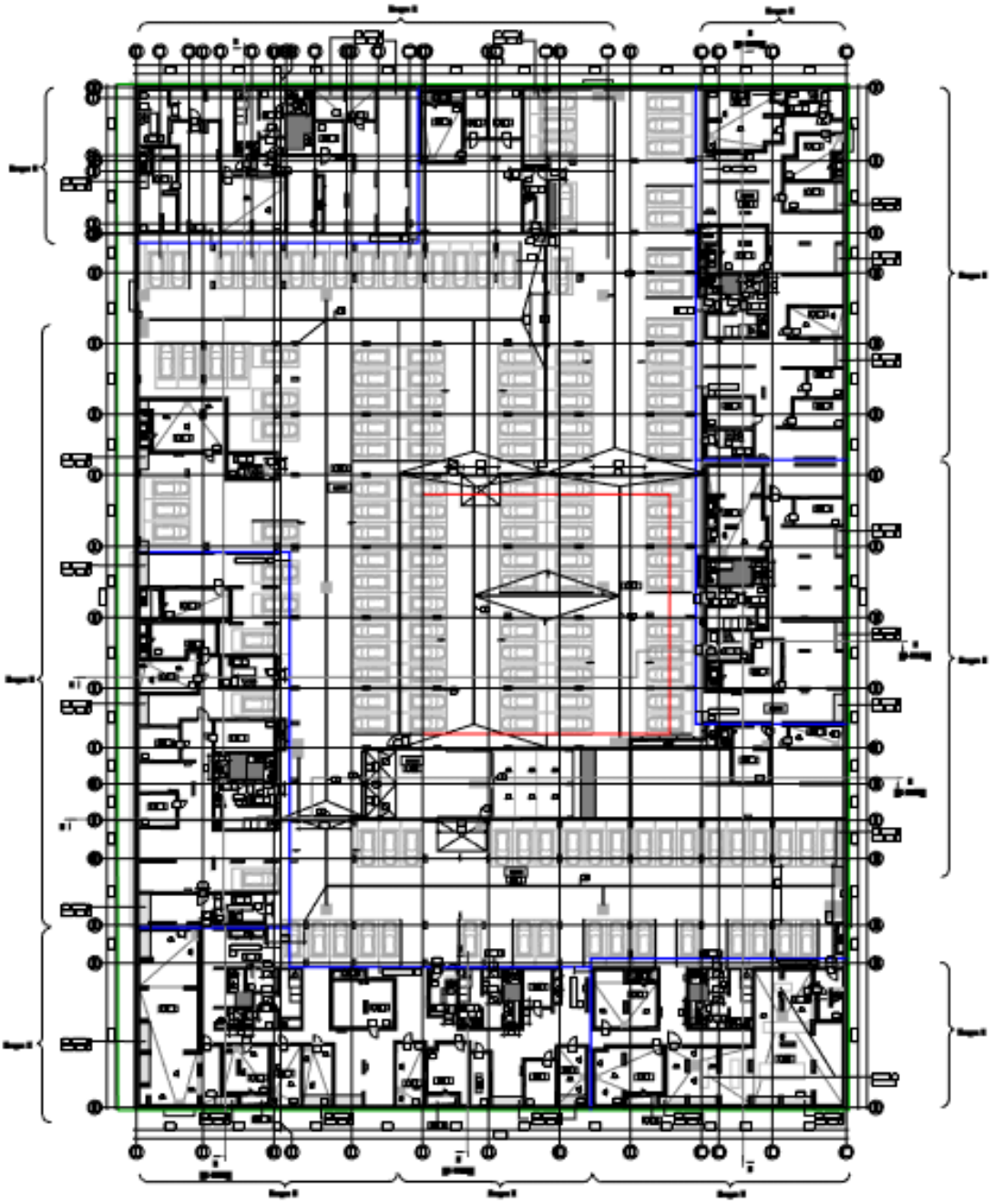
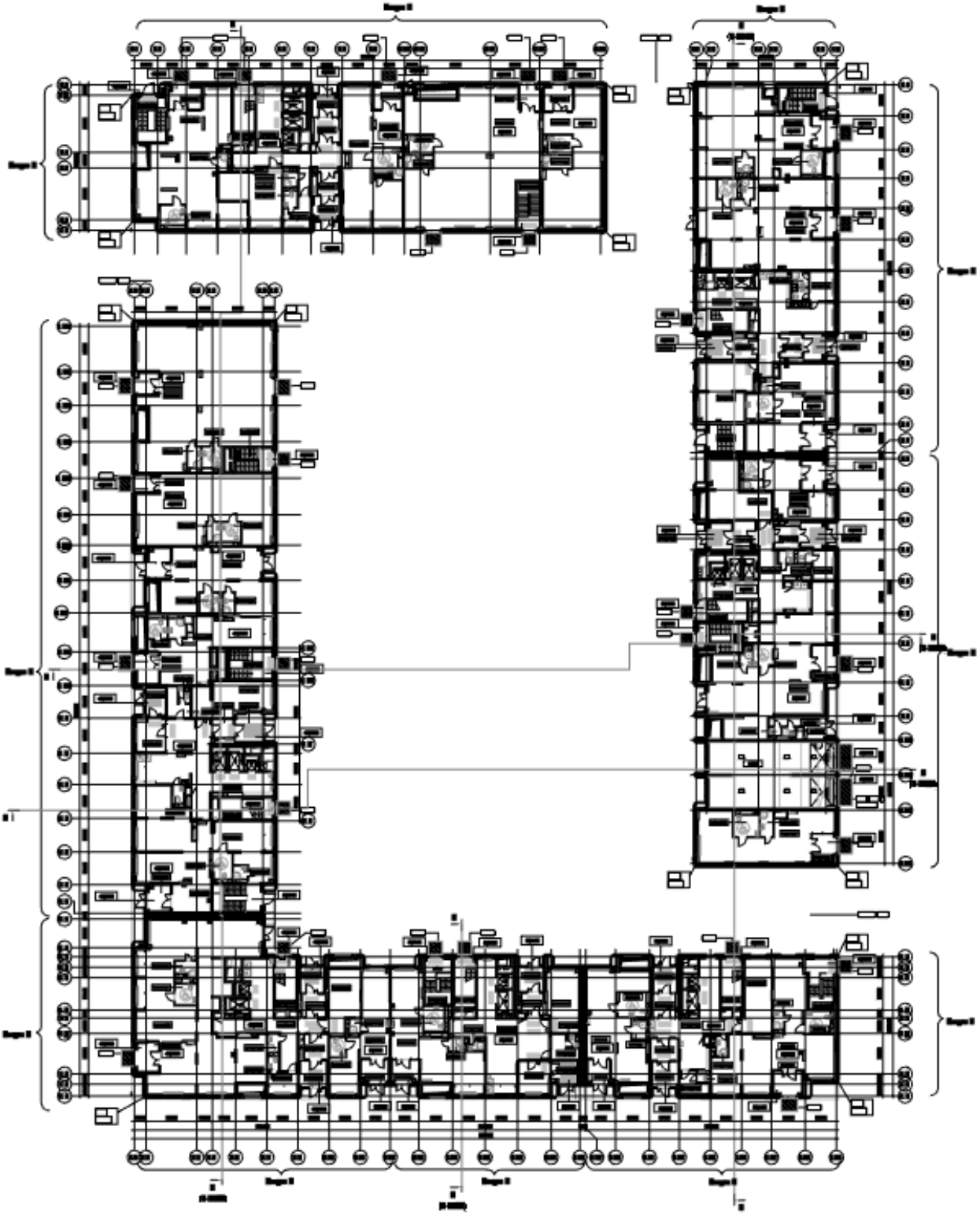


Рисунок: 324 – План минус 1-го этажа



ё

Рисунок: 325 - План 1-го этажа

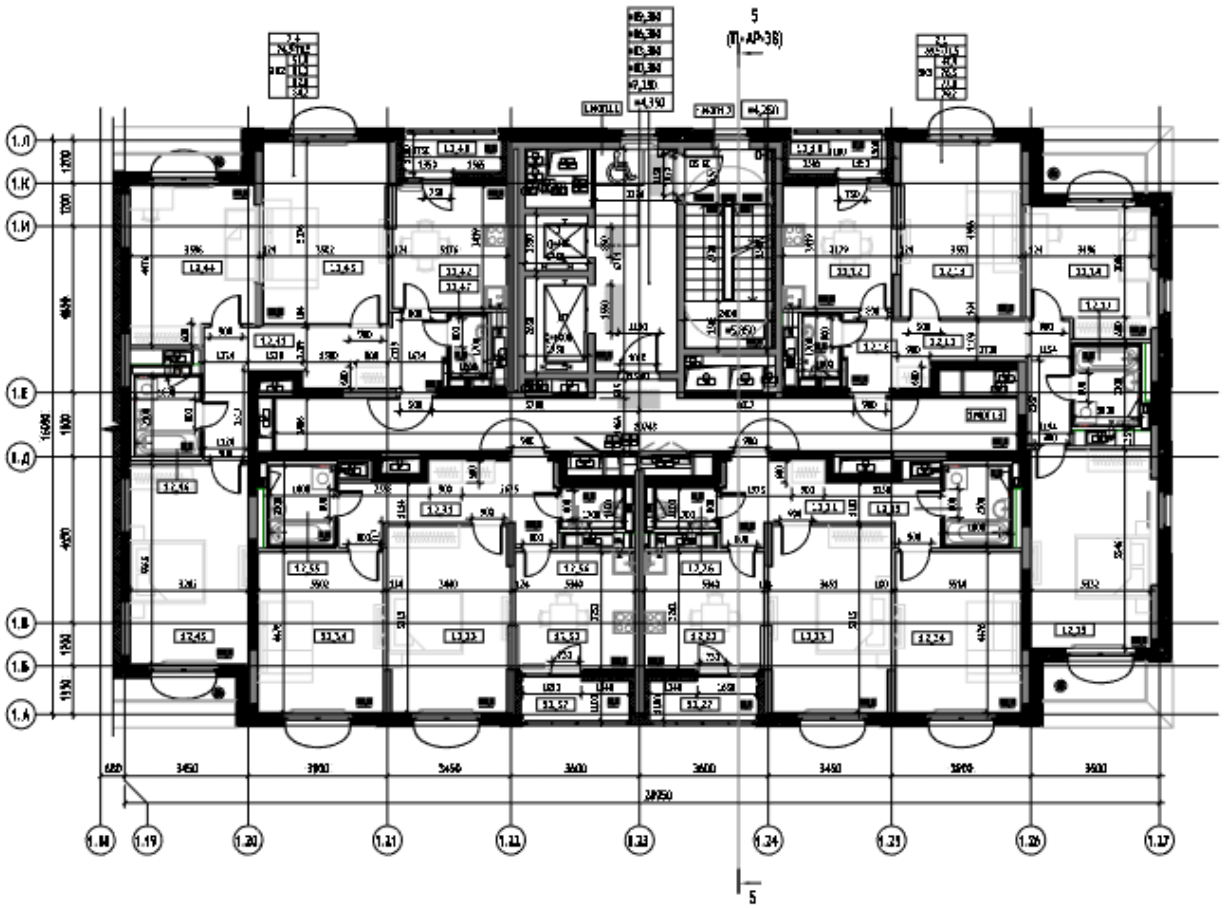


Рисунок: 326 – Секция 1. План 2-11-го этажа

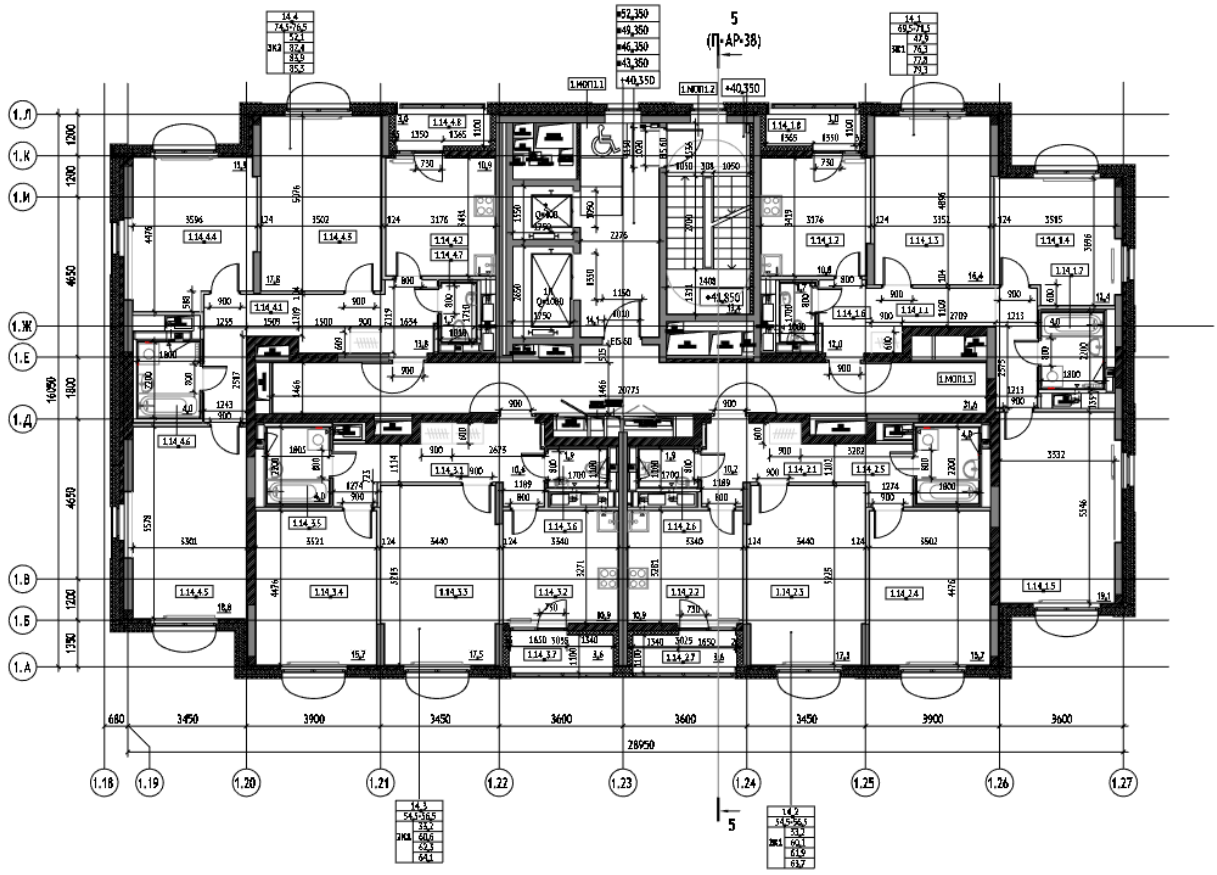


Рисунок: 327 – Секция 1. План 12-18-го этажа

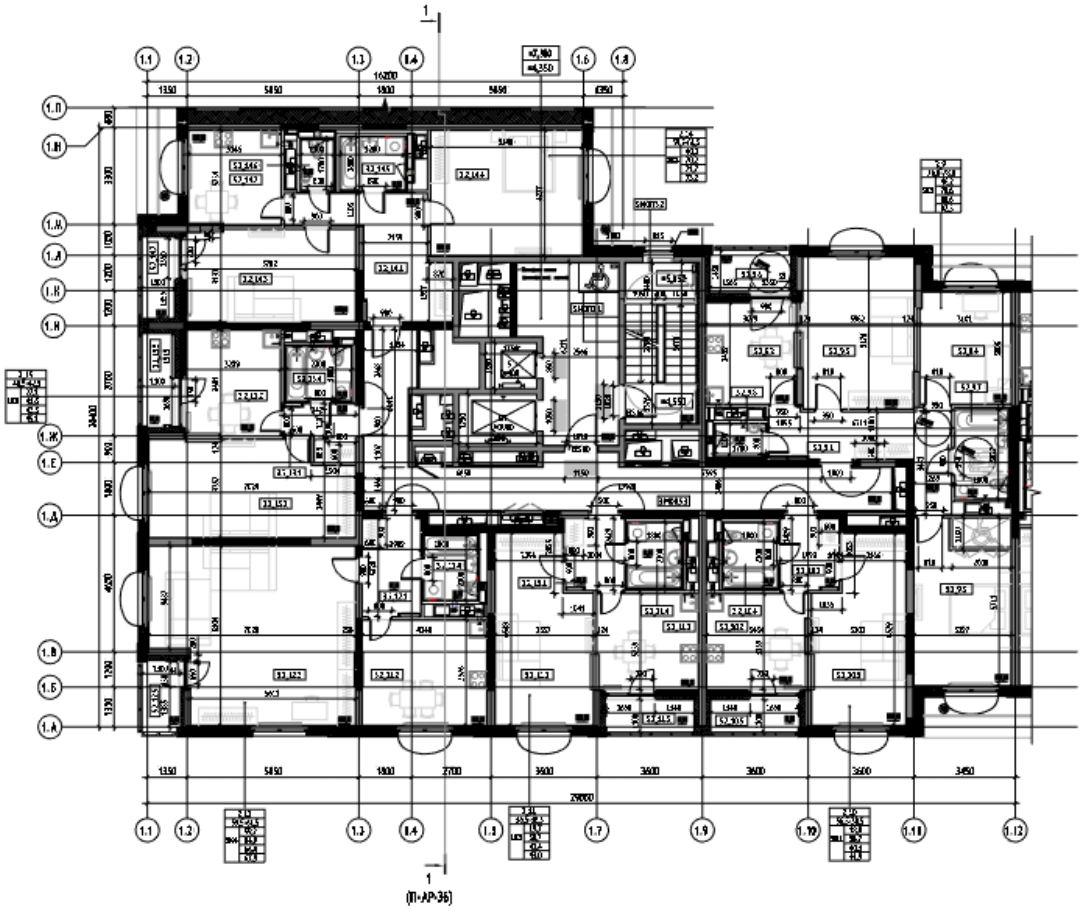


Рисунок: 328 - Секция 3. План 2-10 этажа

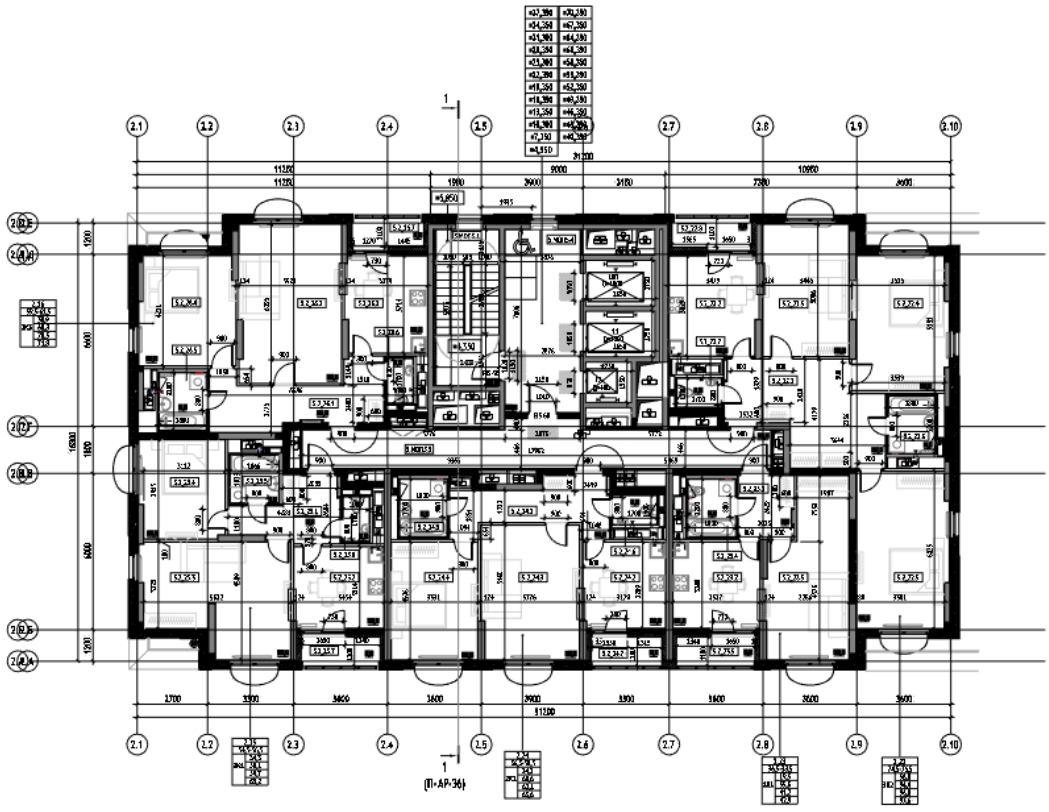


Рисунок: 329 - Секция 5. План 2-24 этажа

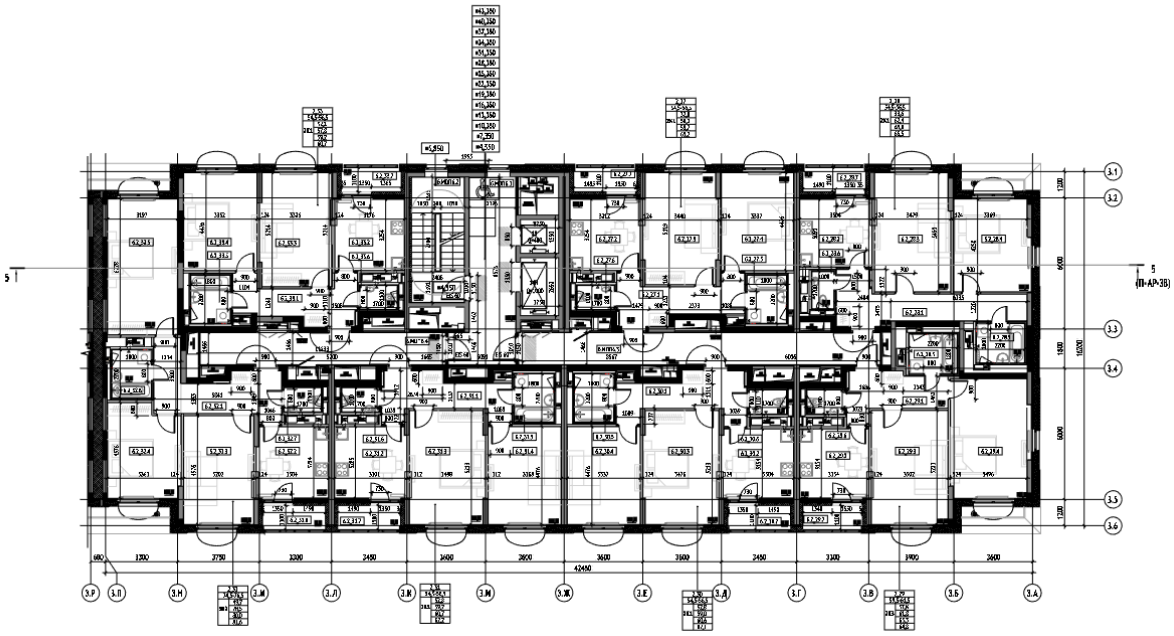


Рисунок: 330 – Секция 6. План 2-15 этажа

Приложение №2

Противодымная вентиляция:

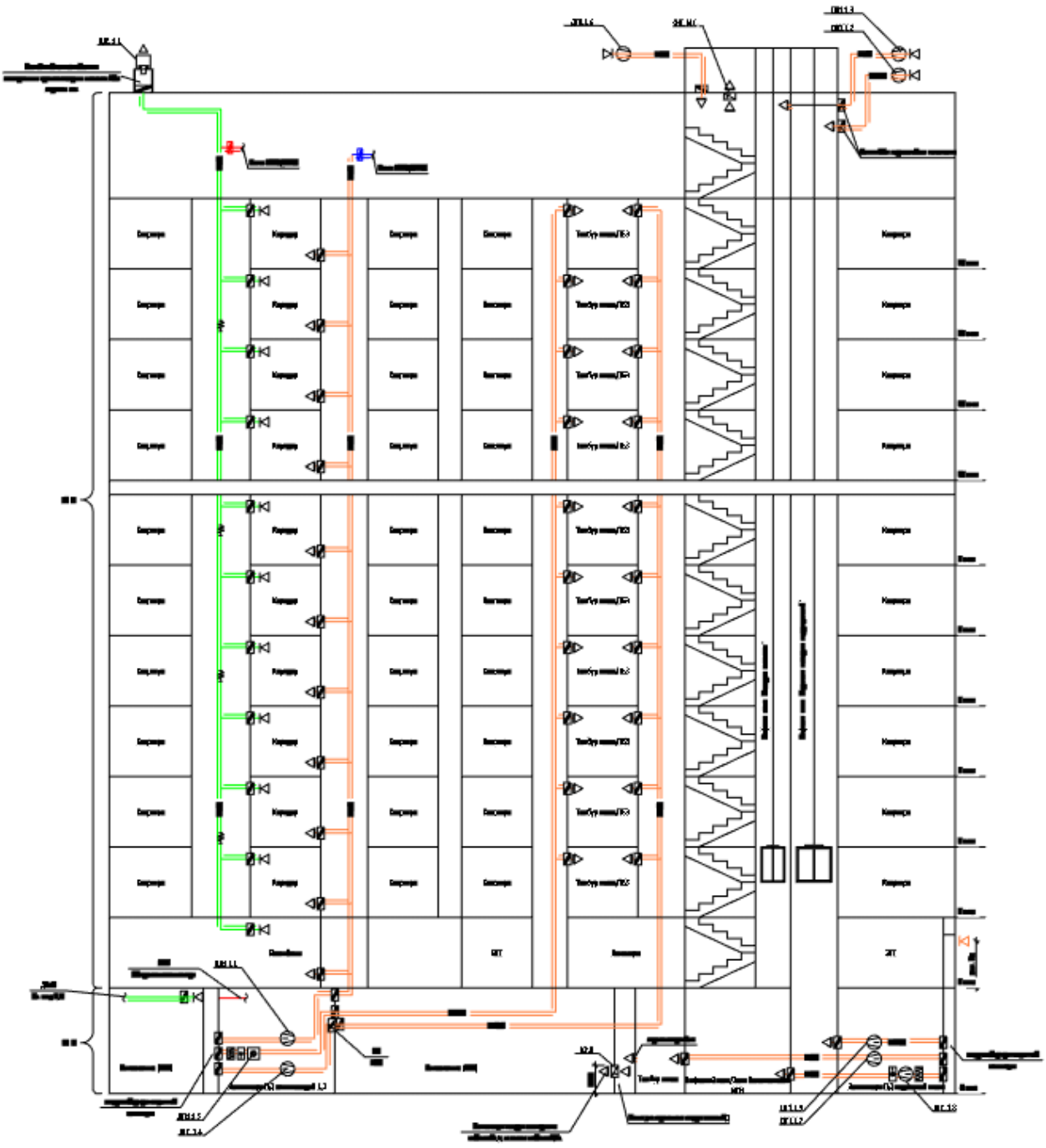


Рисунок: 330 - Корпус 1. Секция 1

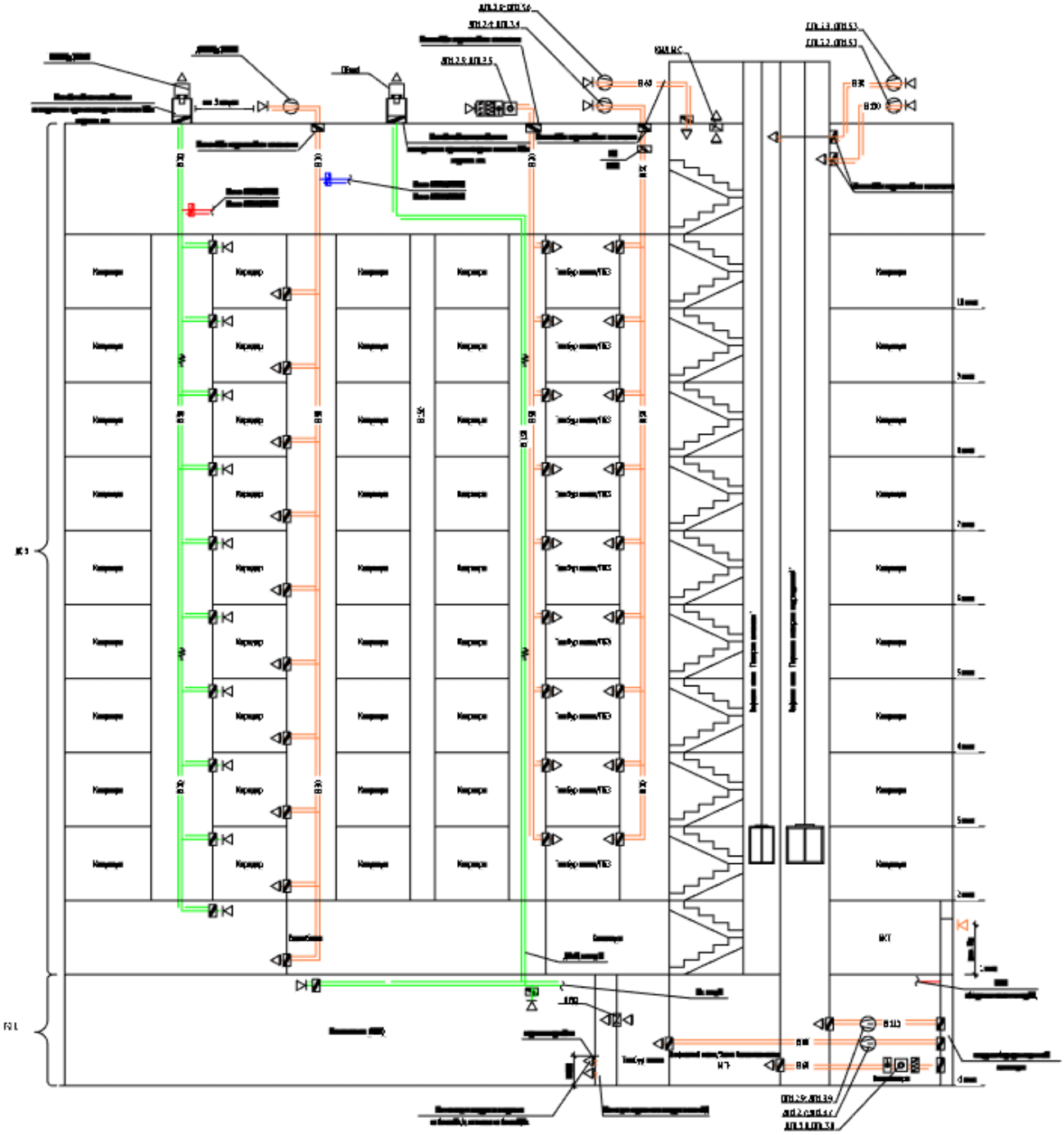


Рисунок: 330 - Корпус 1. Секция 3

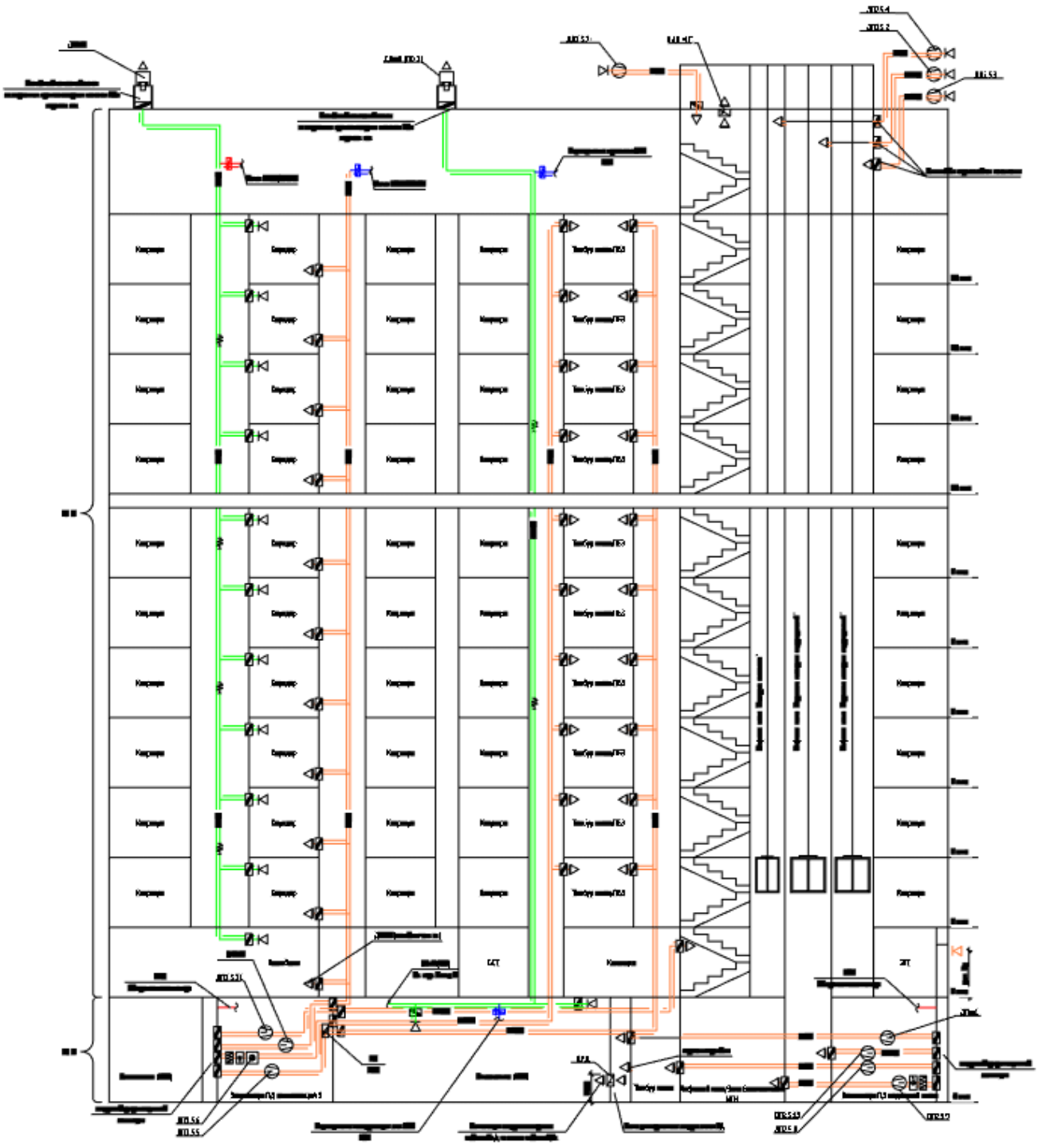


Рисунок: 330 - Корпус 2. Секция 5

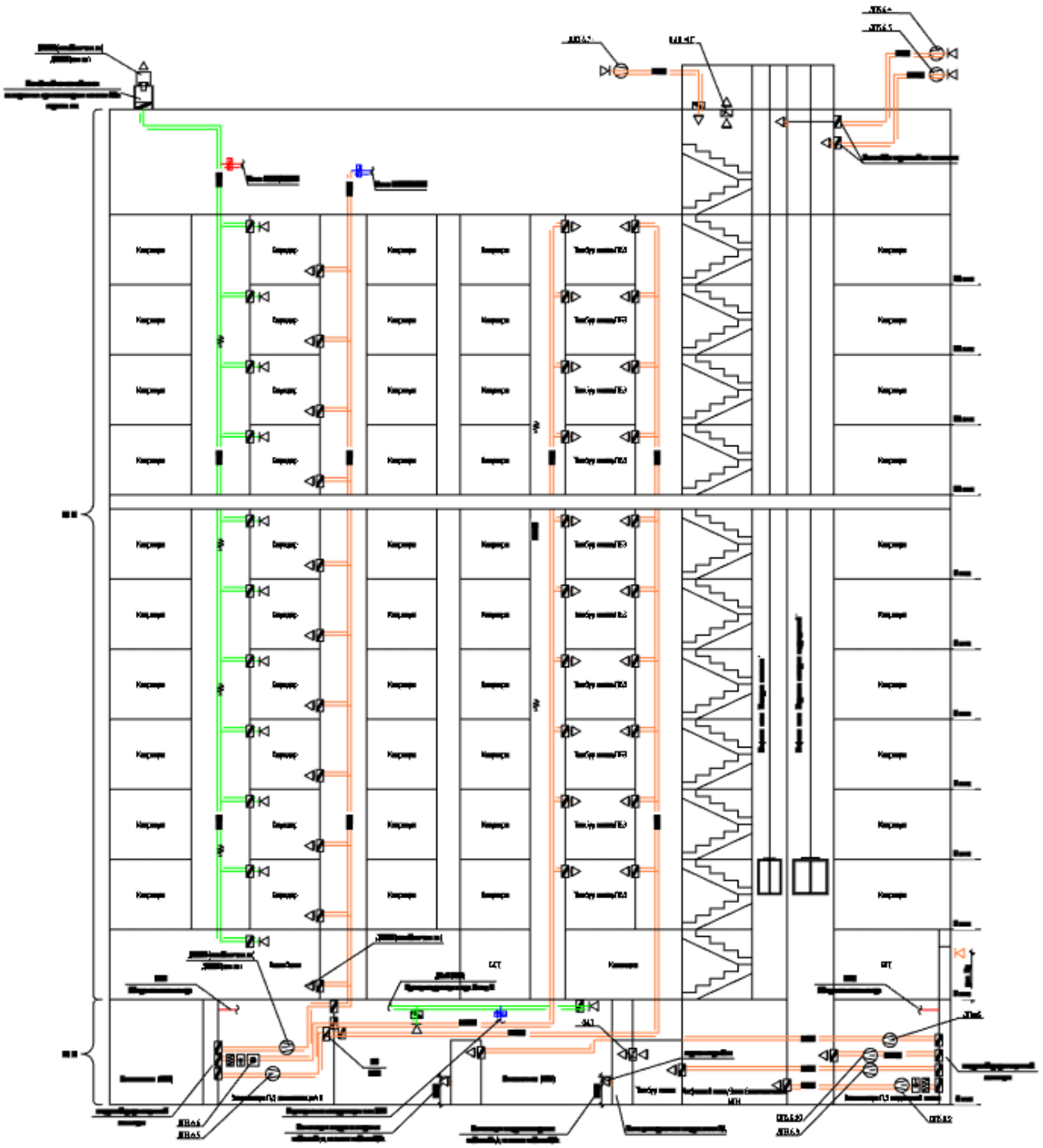


Рисунок: 330 - Корпус 3. Секция 6

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

7734402034-20250116-1347
(регистрационный номер выписки)

16.01.2025
(дата формирования выписки)

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

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

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

1177746337460
(основной государственный регистрационный номер)

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

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

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

Руководитель аппарата

НОПРИЗ

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН УСИЛЕННОЙ КВАЛИФИЦИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Владелец: Кожуховский Алексей Олегович

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

СЕРТИФИКАТ 053be38e002cb2f5ae4596563321274ad8

ДЕЙСТВИТЕЛЕН: С 18.11.2024 ПО 18.11.2025

А.О. Кожуховский