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

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

«Жилые дома с инженерными сетями и благоустройством территории»

по адресу: г. Москва, район Очаково-Матвеевское, ш. Очаковское
(Очаковское шоссе, влд. 3А, 5А) (Западный административный округ)



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

1191-МОПБ2
Том 9.2
(Корректировка №1)

Изм.	№ док.	Подп.	Дата
1	23-91.1		08.2023

СРО Ассоциация "Проектировщики Оборонного и Энергетического Комплексов", регистрационный номер 838, дата внесения в реестр 19 июля 2023 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

«Жилые дома с инженерными сетями и благоустройством территории» по адресу: г. Москва, район Очаково-Матвеевское, ш. Очаковское (Очаковское шоссе, влд. 3А, 5А) (Западный административный округ)

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

1191-МОПБ2
Том 9.2
(Корректировка №1)

Изм.	№ док.	Подп.	Дата
1	23-91.1		08.2023

Заместитель генерального директора по системным проектам — Быков Е.Н.

Главный инженер проекта — Зорин М.М.

2023 г.

Общество с ограниченной ответственностью «ФМ Проджект»
107076, Москва, ул. Стромынка, д. 19, к. 2, оф. Э/П/К/РМ 1/IVБ/27/5
ИНН 9718144661, КПП 771801001, ОГРН 1197746532862
▪ +7 (499) 600 2000 ▪ inbox@f-metrics.ru ▪ www.f-metrics.ru

УТВЕРЖДЕНО
Генеральный директор
ООО «ФМ Проджект»
_____ А.М. Морозов
_____ августа _____ 2023 года

СОГЛАСОВАНО
Генеральный директор
ООО «Проектное бюро АПЕКС»
_____ К.М. Матвеев
_____ 7 августа _____ 2023 года

«Жилые дома с инженерными сетями и благоустройством территории» по адресу: г. Москва, район Очаково-Матвеевское, ш. Очаковское (Очаковское шоссе, влд. 3А, 5А) (Западный административный округ)

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Раздел 9. Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Часть 2. Отчет по результатам расчета по оценке пожарного риска

1191-МОПБ2

(Корректировка №1)

Том 9.2

Разработчик _____ Скворцов В. Ю.

Москва 2023 г.

Содержание тома

Обозначение	Наименование	Примечание
	Текстовая часть	
1191-МОПБ2 (Корректировка №1).С	Содержание тома	
1191-МОПБ2 (Корректировка №1).СП	Состав проекта	
1191-МОПБ2 (Корректировка №1).ПЗ	Пояснительная записка	
	Графическая часть	
	Выписка СРО	

Согласовано

Инв. № подл.

Подп. № дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разработал		Скворцов			08.23
Проверил		Минченко			08.23
Н.контр.		Семенчуков			08.23

1191-МОПБ2
(Корректировка №1).С

Содержание тома

Стадия	Лист	Листов
П	1	1

ООО «ФМ Проджект»

Состав проекта

Состав по разработке проектной документации объекта: Жилые дома с инженерными сетями и благоустройством территории» по адресу: г. Москва, район Очаково-Матвеевское, ш. Очаковское (Очаковское шоссе, влд. 3А, 5А) (Западный административный округ)

Состав проекта см. том 1191-ПЗ1 (Корректировка №1)

Согласовано

Инв. № подл.

Подп. № дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разработал		Скворцов			08.23
Проверил		Минченко			08.23
Н.контр.		Семенчуков			08.23

1191-МОПБ2
(Корректировка №1).СП

Состав проекта

Стадия	Лист	Листов
П	1	1

ООО «ФМ Проджект»

Содержание

1. Наименование и адрес объекта защиты 7
1.1. Вводная часть 7
1.2. Построение полей опасных факторов пожара 7
2. Анализ пожарной опасности объекта защиты 9
2.1. Описание объекта защиты 9
2.2 Основание для проведения расчета пожарного риска. 10
2.3 Перечень рассматриваемых сценариев развития пожара 10
3. Исходные данные для проведения расчета по оценке пожарного риска 11
3.1. Характеристика объекта защиты 11
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) 13
3.3. Сведения о количестве и размещении людей на объекте, в том числе относящихся к маломобильным и немобильным группам населения 13
3.4. Описание принятых сценариев (сценария) пожара 14
3.4.1 Сценарий №1 (подземная автостоянка 1) 14
3.4.2 Сценарий №2 (жилье корпус 20.1) 14
3.4.3 Сценарий №3 (подземная автостоянка 2) 15
3.4.4 Сценарий №4 (жилье корпус 20.6 секция 2) 15
3.5. Описание параметров системы противодымной защиты (места размещения дымоприемных устройств и их расходы, места размещения компенсационных притоков и их расходы) 17
3.6. Наличие или отсутствие автоматических установок пожаротушения в помещении очага пожара 17
3.7. Используемый в расчете метод математического моделирования пожара 17
3.7.1 Описание полевого метода моделирования пожара в здании 17
4 Наименование использованной методики расчета по оценке пожарного риска 19
4.1 Порядок определения времени блокирования путей эвакуации 19
4.2 Оценка последствий воздействия опасных факторов пожара на людей для различных сценариев его развития 19
4.3 Выбор модели эвакуации людей 19
4.4 Описание модели эвакуации людей 19
4.5 Эвакуация из мест начального размещения людских потоков 24
4.6 Составление расчетных схем и определение расчетного времени эвакуации людей 27
4.7 Расчет вероятной эвакуации людей 28
4.8 Расчет величины индивидуального пожарного риска 28
4.9 Определение частоты реализации пожароопасных ситуаций 31
5 Значения расчетных величин пожарного риска для объекта защиты 32
5.1 Сценарий №1 (подземная автостоянка 1) 32
5.1.1 Расчет времени блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара (сценарий №1) 32
5.1.2 Определение вероятности эвакуации людей из здания при пожаре (сценарий №1) 49
5.1.3 Определение вероятности эвакуации людей из здания при пожаре (сценарий №1) 52

5.1.4 Определение величины индивидуального пожарного риска (сценарий №1) 52
5.2 Сценарий №2 (жилье корпус 20.1)..... 54
5.2.1 Расчет времени блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара (сценарий №2) 54
5.2.2 Определение вероятности эвакуации людей из здания при пожаре (сценарий №2) 71
5.2.3 Определение вероятности эвакуации людей из здания при пожаре (сценарий №2) 76
5.2.4 Определение величины индивидуального пожарного риска (сценарий №2) 77
5.4 Сценарий №3 (подземная автостоянка 2) 79
5.4.1 Расчет времени блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара (сценарий №3) 79
5.4.2 Определение вероятности эвакуации людей из здания при пожаре (сценарий №3) 100
5.4.3 Определение вероятности эвакуации людей из здания при пожаре (сценарий №3) 103
5.4.4 Определение величины индивидуального пожарного риска (сценарий №3) 103
5.5 Сценарий №4 (жилье корпус 20.6 секция 2).....105
5.5.1 Расчет времени блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара (сценарий №4) 105
5.5.2 Определение вероятности эвакуации людей из здания при пожаре (сценарий №4) 122
5.5.3 Определение вероятности эвакуации людей из здания при пожаре (сценарий №4) 126
5.5.4 Определение величины индивидуального пожарного риска (сценарий №4) 126
6 Вывод о соответствии или несоответствии расчетных величин пожарного риска соответствующим нормативным значениям пожарных рисков, установленным Федеральным законом "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" 129

1. Наименование и адрес объекта защиты

Наименование и адрес объекта защиты, в отношении которого выполнен расчет по определению величины пожарного риска: «Жилые дома с инженерными сетями и благоустройством территории» по адресу: г. Москва, район Очаково-Матвеевское, ш. Очаковское (Очаковское шоссе, влд. 3А, 5А) (Западный административный округ).

1.1. Вводная часть

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

В соответствии со статьей 6 (Условия соответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности) №123-ФЗ, пожарная безопасность объекта защиты считается обеспеченной при выполнении одного из следующих условий:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

1.2. Построение полей опасных факторов пожара

Построение полей опасных факторов пожара проводится с помощью методов математического моделирования пожара, приведенных в прил. № 6 к п.12 Методики, утвержденной приказом МЧС России от 30 июня 2009 г. №382 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности» (в ред. приказа МЧС РФ, от 02.12.2015 № 632) (далее – Методика-382).

Согласно п.17 Методики-382, для построения полей опасных факторов пожара проводится экспертный выбор сценария или сценариев пожара, при которых ожидаются наихудшие последствия для находящихся в здании людей.

Ввиду того, что проведение расчетов по распространению опасных факторов пожара для всех возможных сценариев развития пожара является практически невыполнимой задачей, в рамках Методики-382 расчет пожарного риска проводится по

одному или нескольким сценариям, при которых ожидаются наихудшие последствия для находящихся в здании людей. Выбор данных сценариев осуществляется экспертным путем.

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

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

– в помещениях, рассчитанных на единовременное присутствие 50 и более человек;

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

– в помещениях и системах помещений атриумного типа;

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

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

2. Анализ пожарной опасности объекта защиты

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

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

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

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

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

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

2.1. Описание объекта защиты

Объект состоит из восьми жилых корпусов, размещаемых на общей одноэтажной подземной автостоянке.

Корпус 20.1 - 25-этажный односекционный жилой корпус высотой не более 75 м.

Корпус 20.2 – жилой корпус высотой не более 55 м, состоящий из двух секций: 1-я секция состоит из 18 этажей, 2-я из 17 этажей.

Корпус 20.3 - 24-этажный односекционный жилой корпус высотой не более 75 м.

Корпус 20.4 - 17-этажный односекционный жилой корпус высотой не более 55 м.

Корпус 20.5 - 24-этажный односекционный жилой корпус высотой не более 75 м.

Корпус 20.6 –жилой корпус высотой не более 55 м, состоящий из трех секций: 1-я секция состоит из 18 этажей, 2-я и 3-я из 17 этажей.

Корпус 20.7 – 25-этажный секционный жилой корпус высотой не более 75 м.

Корпус 20.8 - 18-этажный односекционный жилой корпус высотой не более 55 м.

Между Корпусами 20.1, 20.7, 20.8 и Корпусами 20.4, 20.5, предусматриваются встроенно-пристроенные одноэтажные части с размещением в них общественных помещений без конкретной технологии.

Между корпусами 20.3 и 20.4, предусматриваются надземная часть рампы автостоянки.

В подземном этаже размещается автостоянка, технические помещения. Площадь подземного этажа в пределах пожарного отсека предусматривается не более 3000 м2.

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

Класс функциональной пожарной опасности объекта защиты – Ф1.3.

Классы функциональной пожарной опасности, зависящие от назначения, особенностей технологии, степени угрозы безопасности людей, основных помещений объекта, в соответствии с требованиями ст.32 №123-ФЗ, приведены 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	Мусорокамера	Ф 5.2

Время функционирования объекта защиты – 24 часа.

Описание состава систем противопожарной защиты:

– автоматическая пожарная сигнализация;

– система оповещения и управления эвакуацией (в жилых помещениях предусмотрена СОУЭ 1-го типа, время начала эвакуации – 6,0 мин), (в помещения подземной автостоянки предусмотрена СОУЭ 3-го типа, время начала эвакуации - 0,5 мин);

– система противодымной вентиляции;

– система автоматического пожаротушения.

2.2 Основание для проведения расчета пожарного риска.

Проведение расчетов по определению величины пожарного риска обусловлена:

- необходимостью подтверждения принятых проектных решений и подтверждения обеспечения безопасности объекта, в том числе безопасности людей.

- подтверждение предельно допустимых расстояний от наиболее удаленной точки этажа здания с помещениями для инвалидов до дверей в безопасную зону (п.6.2.25 СП 59.13130.2016).

2.3 Перечень рассматриваемых сценариев развития пожара

На основе анализа горючей нагрузки, путей распространения опасных факторов пожара (далее ОФП) и количества людей на Объекте рассматривался следующий сценарий развития пожара:

– пожар происходит в помещении подземной автостоянки на минус 1-м этаже в пожарном отсеке ПО№6. ОФП распространяются по помещению и за его пределы, при этом блокируют ближайший эвакуационный выход;

– пожар происходит в жилом помещении на 25-м этаже. ОФП распространяются по помещению и за его пределы, при этом блокируют ближайший эвакуационный выход, ведущий на лестничную клетку;

– пожар происходит в помещении подземной автостоянки на минус 1-м этаже в пожарном отсеке ПО№4. ОФП распространяются по помещению и за его пределы, при этом блокируют ближайшие эвакуационные выходы;

– пожар происходит в жилом помещении на 17-м этаже. ОФП распространяются по помещению и за его пределы, при этом создавая угрозу блокирования ближайшего эвакуационного выхода.

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

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

3. Исходные данные для проведения расчета по оценке пожарного риска

3.1. Характеристика объекта защиты

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

- **ПО №1-6** – подземная автостоянка I степени огнестойкости класса конструктивной пожарной опасности С0, включая технические помещения (в том числе к ней не относящиеся), площадью этажа в пределах пожарного отсека не более 3000 м2, класс функциональной пожарной опасности Ф5.2, категория В по пожарной опасности;
- **ПО №7** – рампа автостоянки I степени огнестойкости класса конструктивной пожарной опасности С0, включая техническое помещение, с площадью этажа в пределах пожарного отсека не более 3000 м2, класс функциональной пожарной опасности Ф5.2, категория В по пожарной опасности;
- **ПО №8** – жилой Корпус 20.1 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 №9** – жилой Корпус 20.2 I степени огнестойкости класса конструктивной пожарной опасности С0, с площадью этажа в пределах пожарного отсека не более 2500 м2, высотой не более 55 м, класс функциональной пожарной опасности Ф1.3;
- **ПО №10** – жилой Корпус 20.3 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 №11** – жилой Корпус 20.4 I степени огнестойкости класса конструктивной пожарной опасности С0, с площадью этажа в пределах пожарного отсека не более 2500 м2, высотой не более 55 м, класс функциональной пожарной опасности Ф1.3;
- **ПО №12** – жилой Корпус 20.5 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 №13** – жилой Корпус 20.6 I степени огнестойкости класса конструктивной пожарной опасности С0, с площадью этажа в пределах пожарного отсека не более 2500 м2, высотой не более 55 м, класс функциональной пожарной опасности Ф1.3;
- **ПО №14** – жилой Корпус 20.7 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 №15** – жилой Корпус 20.8 I степени огнестойкости класса конструктивной пожарной опасности С0, с площадью этажа в пределах пожарного отсека не более 2500 м2, высотой не более 55 м, класс функциональной пожарной опасности Ф1.3.

Высота каждого этажа ПО№1-6: («минус» 1-й этаж) – 6,20 м;
Высота каждого этажа ПО№8: (1 этаж) – 4,20 м.; (2 этаж - 25 этаж) – 2,70 м;
Высота каждого этажа ПО№13: (1 этаж) – 3,90 м.; (2 этаж - 17 этаж) – 2,70 м.

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

- жилые квартиры (Ф 1.3) - 24 часа;
- автостоянка (в том числе рампа) без технического обслуживания и ремонта (Ф 5.2) - 24 часа.

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

Таблица 2

Расположение	Наименование	Размеры, м	Кол-во	Места размещения
Подземная автостоянка				
Этаж -1	Выход 1-2 (с этажа)	1,2*2,0	2	Выход с этажа в ЛК (2-3/С-Т)
	Выход 3-6 (с этажа)	1,2*2,0	4	Выход с этажа в ЛК (2-4/М-П)
	Выход 7 (с этажа)	1,2*2,0	1	Выход с этажа в ЛК (3-4/Е-Ж)
	Выход 8 (с этажа)	1,2*2,0	1	Выход с этажа в ЛК (3-4/Г-Д)
	Выход 9 (с этажа)	1,2*2,0	1	Выход с этажа в ЛК (2-3/А-Б)
	Выход 10-11 (с этажа)	1,2*2,0	2	Выход с этажа в ЛК (7-8/Б-В)
	Выход 12-13 (с этажа)	1,2*2,0	2	Выход с этажа в ЛК (13-14/Б-В)

	Выход 14-16 (с этажа)	1,2*2,0	3	Выход с этажа в ЛК (16-18/А-В)
	Выход 17 (с этажа)	1,2*2,0	1	Выход с этажа в ЛК (15-16/Г-Д)
	Выход 18 (с этажа)	1,2*2,0	1	Выход с этажа в ЛК (15-16/Л)
	Выход 19 (с этажа)	1,2*2,0	1	Выход с этажа в рампу (14-15/М-Н)
	Выход 20 (с этажа)	1,2*2,0	1	Выход с этажа в ЛК (15-16/Н-П)
	Выход 21 (с этажа)	1,2*2,0	1	Выход с этажа в ЛК (17-18/С-Т)
	Выход 22-24 (с этажа)	1,2*2,0	3	Выход с этажа в ЛК (12-14/Р-Т)
	Выход 25-27 (с этажа)	1,2*2,0	3	Выход с этажа в ЛК (8-10/Р-Т)
	Выход 28-30 (с этажа)	1,2*2,0	3	Выход с этажа в ЛК (5-7/Р-Т)
Этаж 1	Выход 30 (наружу)	1,2*2,0	1	Выход из ЛК наружу (Г.1-В.1/12.1)
	Выход 31 (наружу)	1,2*2,0	1	Выход из ЛК наружу (А.1/2.1-3.1)
	Выход 32 (наружу)	1,2*2,0	1	Выход из ЛК наружу (В.1-Б.1/19-1.8)
	Выход 33 (наружу)	1,2*2,0	1	Выход из ЛК наружу (А.7/8.7-9.7)
	Выход 34 (наружу)	1,2*2,0	1	Выход из ЛК наружу (Д.7-Г.7/1.7)
	Выход 35 (наружу)	1,2*2,0	1	Выход из ЛК наружу (Е.6/5.6-6.6)
	Выход 36 (наружу)	1,2*2,0	1	Выход из ЛК наружу (Д.6/17.6-18.6)
	Выход 37 (наружу)	1,2*2,0	1	Выход из ЛК наружу (Д.5-Г.5/1.5)
	Выход 38 (наружу)	1,2*2,0	1	Выход из ЛК наружу (Ж.5-Е.5/1.5-12.5)
	Выход 39 (наружу)	1,2*2,0	1	Выход из ЛК наружу (Б.3-А.3/7.4-1.3)
	Выход 41 (наружу)	1,2*2,0	1	Выход из ЛК наружу (Е.3/2.3-3.3)
	Выход 42 (наружу)	1,2*2,0	1	Выход из ЛК наружу (В.3-Б.3/15.3)
	Выход 43 (наружу)	1,2*2,0	1	Выход из ЛК наружу (Б.2/16.2-17.2)
	Выход 44 (наружу)	1,2*2,0	1	Выход из ЛК наружу (Б.2/7.2-8.2)
	Выход 45 (наружу)	1,2*2,0	1	Выход из ЛК наружу (Б.2/1.2-2.2)
Корпус 20.1				
Этаж 1	Выход 1 (из здания)	1,1*2,0	1	Выход из ЛК наружу (4.1-5.1/И.1)
Этаж 2-25	Выход 2-25 (с этажа)	1,1*2,0	24	Выход с этажа на ЛК (4.1-5.1/Ж.1)
Корпус 20.6 секция 2				
Этаж 1	Выход 1 (из здания)	1,06*2,0	1	Выход из ЛК наружу (10.6-11.6/Е.6)
Этаж 2-25	Выход 2-17 (с этажа)	0,94*2,0	17	Выход с этажа на ЛК (10.6-11.6/Д.6)

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

Таблица 3

Наименование ЛК	Кол-во	Тип ЛК	Параметры ЛК
Подземная часть			
Лестничная клетка (ЛК1-ЛК15)	15	Обычная лестничная клетка	Ширина марша:1,2 м Ширина площадок: 1,2 м Ширина выходов с этажей: 1,2 м Ширина выходов из ЛК: 1,2 м
Корпус 20.1			
Лестничная клетка (ЛК1)	1	Н1	Ширина марша:1,05 м Ширина площадок: 1,35 м Ширина выходов с этажей: 1,1 м Ширина выходов из ЛК: 1,1 м
Корпус 20.6 секция 2			
Лестничная клетка (ЛК1)	1	Н1	Ширина марша:1,05 м Ширина площадок: 1,05 м Ширина выходов с этажей: 0,94 м Ширина выходов из ЛК: 1,06 м

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

Таблица 4

Расположение	Наименование ПБЗ	Расположение ПБЗ	Площадь ПБЗ, м^2	Количество ПБЗ
Этаж -1	ПБЗ_-01_01	(П-С/1-3)	14,19	1
	ПБЗ_-01_02	(И-К/2-3)	22,27	1
	ПБЗ_-01_03	(Б-Г/2-4)	32,03	1
	ПБЗ_-01_04	(А-В/6-8)	19,31	1
	ПБЗ_-01_05	(А-В/9-11)	22,85	1
	ПБЗ_-01_06	(А-В/11-13)	21,74	1
	ПБЗ_-01_07	(Б-Д/16-18)	29,33	1
	ПБЗ_-01_08	(И-К/16-18)	22,18	1
	ПБЗ_-01_09	(П-С/16-18)	22,48	1
	ПБЗ_-01_10	(Т/10-12)	23,26	1
	ПБЗ_-01_11	(Т/6-8)	14,97	1
Корпус 20.1				
Этаж 2-25	ПБЗ_02-ПБЗ_25	(4.1-8.1/В.1-Е.1)	43,7	24
Корпус 20.6 секция 2				
Этаж 2-17	ПБЗ_02-ПБЗ_17	(9.6-11.6/Г.6-Д.6)	8,4	16

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

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

Помещения Объекта оборудованы системами противопожарной защиты:

- автоматическая пожарная сигнализация;
- система оповещения и управления эвакуацией (в жилых помещениях предусмотрена СОУЭ 1-го типа, время начала эвакуации – 6,0 мин, в подземной автостоянке предусмотрена СОУЭ 3-го типа, время начала эвакуации – 0,5 мин);
- система противодымной вентиляции;

система автоматического пожаротушения.

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

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

Для ПО№1-6 (подземная автостоянка):

– на минус 1-м этаже: 311 взрослых человек в зимней одежде, 6 человек гр. М2, 10 человек гр. М3, 11 человек гр. М4;

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

Для ПО№8 (Корпус 20.1):

– на 2-25 этажах: по 16 взрослых человек в зимней одежде, 2 человека гр. М2, 2 человека гр. М3, 2 человека гр. М4;
– в техническом пространстве: 3 взрослых человека в зимней одежде;
– на кровле: 4 взрослых человека в зимней одежде.

Для ПО№13 (Корпус 20.6 секция 2):

– на 2-17 этажах: по 13 взрослых человек в зимней одежде, 1 человек гр. М2, 1 человек гр. М3, 1 человек гр. М4;
– в техническом пространстве: 3 взрослых человека в зимней одежде;
– на кровле: 2 взрослых человека в зимней одежде.

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

3.4. Описание принятых сценариев (сценария) пожара

3.4.1 Сценарий №1 (подземная автостоянка 1)

1) Место возникновения пожара: пожар происходит в помещении подземной автостоянки на минус 1-м этаже в пожарном отсеке ПО№6. ОФП распространяются по помещению и за его пределы, при этом блокируют ближайший эвакуационный выход.

2) Расчетная область: помещения, находящиеся на минус 1-м этаже ПО№6. Двери помещения очага пожара принимались закрытыми. Размер ячейки области расчета, используемой в сценарии равен 0,25м.

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

Таблица 5

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	686,907
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 25,0 м².

3.4.2 Сценарий №2 (жилье корпус 20.1)

1) Место возникновения пожара: пожар происходит в жилом помещении на 25-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 25-м этаже ПО№8. Дверь помещения очага пожара принималась открытой. Размер ячейки области расчета, используемой в сценарии равен 0,25м.

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

Таблица 6

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 14,24 м².

3.4.3 Сценарий №3 (подземная автостоянка 2)

1) Место возникновения пожара: пожар происходит в помещении подземной автостоянки на минус 1-м этаже в пожарном отсеке ПО№4. ОФП распространяются по помещению и за его пределы, при этом блокируют ближайшие эвакуационные выходы.

2) Расчетная область: помещения, находящиеся на минус 1-м этаже ПО№4. Двери помещения очага пожара принимались закрытыми. Размер ячейки области расчета, используемой в сценарии равен 0,25м.

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

Таблица 7

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	686,907
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 25,0 м².

3.4.4 Сценарий №4 (жилье корпус 20.6 секция 2)

1) Место возникновения пожара: пожар происходит в жилом помещении на 17-м этаже. ОФП распространяются по помещению и за его пределы, при этом создавая угрозу блокирования ближайшего эвакуационного выхода.

2) Расчетная область: помещения, находящиеся на 17-м этаже ПО№13. Дверь помещения очага пожара принималась открытой. Размер ячейки области расчета, используемой в сценарии равен 0,25м.

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

Таблица 8

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 14,6 м^2

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

Таблица 9

№ 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 (подземная автостоянка 1)	Приказ №382	338 человек	Предусмотрен доступ 6-и чел. гр. М2, 10-и чел. гр. М3 и 11 чел. гр. М4 на минус 1-и этаже	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=25,0 м^2))	Подтверждение принятых проектных решений и подтверждение обеспечения безопасности объекта, в том числе безопасности людей
2 (жилье корпус 20.1)	Приказ №382	535 человек	Предусмотрен доступ 2-х чел. гр. М2, 2-х чел. гр. М3 и 2-х чел. гр. М4 на 2-м - 25-м этажах	Индивидуально-поточная модель расчета движения людей	Полевая модель расчета времени блокирования путей эвакуации	Жилые помещения гостиниц, общежитий и т.д. (S=14,24 м^2)	Подтверждение предельно допустимых расстояний от наиболее удаленной точки этажа здания с помещениями для инвалидов до дверей в безопасную зону (п.6.2.25 СП 59.13130.2016).
3 (подземная автостоянка 2)	Приказ №382	338 человек	Предусмотрен доступ 6-и чел. гр. М2, 10-и чел. гр. М3 и 11 чел. гр. М4 на минус 1-и этаже	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=25,0 м^2))	Подтверждение принятых проектных решений и подтверждение обеспечения безопасности объекта, в том числе безопасности людей
4 (жилье корпус 20.6 секция 2)	Приказ №382	261 человек	Предусмотрен доступ 1-го чел. гр. М2, 1-го чел. гр. М3 и 1-го чел. гр. М4 на 2-м - 17-м этажах	Индивидуально-поточная модель расчета движения людей	Полевая модель расчета времени блокирования путей эвакуации	Жилые помещения гостиниц, общежитий и т.д. (S=14,6 м^2)	Подтверждение предельно допустимых расстояний от наиболее удаленной точки этажа здания с помещениями для инвалидов до дверей в

№ 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)
							безопасную зону (п.6.2.25 СП 59.13130.2016).

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

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

– в сценариях №1, №3 (подземная автостоянка) при моделировании пожара работа противодымной вентиляции не учитывалась

– в сценарии №2 (жилье) при моделировании пожара была учтена работа системы противодымной вентиляции: система дымоудаления (ВД1.1.2 = 13650 м^3/ч), система приточной противодымной вентиляции (ПД1.1.2 = 7000 м^3/ч);

– в сценарии №4 (жилье) при моделировании пожара была учтена работа системы противодымной вентиляции: система дымоудаления (ВД3.2.1 = 16200 м^3/ч), система приточной противодымной вентиляции (ПД6.3.1 = 7000 м^3/ч).

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

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

– в сценариях №1-4 при моделировании пожара работа системы автоматического пожаротушения не учитывалась.

3.7. Используемый в расчете метод математического моделирования пожара

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

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

– для помещений сложной геометрической конфигурации, а также помещений с большим количеством внутренних преград (атриумы с системой галерей и примыкающих коридоров, многофункциональные центры со сложной системой вертикальных и горизонтальных связей и т.д.);

– для помещений, в которых один из геометрических размеров гораздо больше (меньше) остальных (тоннели, закрытые автостоянки большой площади и т.д.);

– для иных случаев, когда применимость или информативность зонных и интегральных моделей вызывает сомнение (уникальные сооружения, распространение пожара по фасаду здания, необходимость учета работы систем противопожарной защиты, способных качественно изменить картину пожара, и т.д.).

3.7.1 Описание полевого метода моделирования пожара в здании

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

Уравнение сохранения массы:

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

.

Уравнение сохранения импульса:

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

.

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

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

.

Уравнение энергии:

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

,

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

где - статическая энтальпия смеси;

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

Уравнение сохранения химического компонента k:

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

.

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

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

,

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

4 Наименование использованной методики расчета по оценке пожарного риска

Определение величины пожарного риска для общественных зданий осуществляется в соответствии с Методикой-382.

4.1 Порядок определения времени блокирования путей эвакуации

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

Таблица 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.18, 19 Методики-382.

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

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

Для определения расчетного времени эвакуации людей в соответствии с приложениями №2-5 Методики-382 определяется модель эвакуации людей из здания, проводится построение расчетной схемы эвакуации и осуществляется моделирование эвакуации людей.

4.3 Выбор модели эвакуации людей

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

4.4 Описание модели эвакуации людей

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

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

За габариты человека в плане принимается эллипс с размерами осей 0,5 м (ширина человека в плечах) и 0,25 м (толщина человека). Задаются координаты каждого человека x_i – расстояние от центра эллипса до конца эвакуационного участка, на котором он находится. Если разность координат некоторых людей, находящихся на эвакуационном участке, составляет менее

0,25 м, то принимается, что люди с этими координатами расположены рядом друг с другом – сбоку один от другого (условно: «в ряд»). При этом, исходя из габаритов человека в плане и размеров эвакуационного участка (длина и ширина) для каждого эвакуационного участка определяются: максимально возможное количество человек в одном ряду сбоку друг от друга и максимально возможное количество людей на участке.

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

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

Координата каждого человека в момент времени t определяется по формуле:

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

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

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

– Δt - промежуток времени, с.

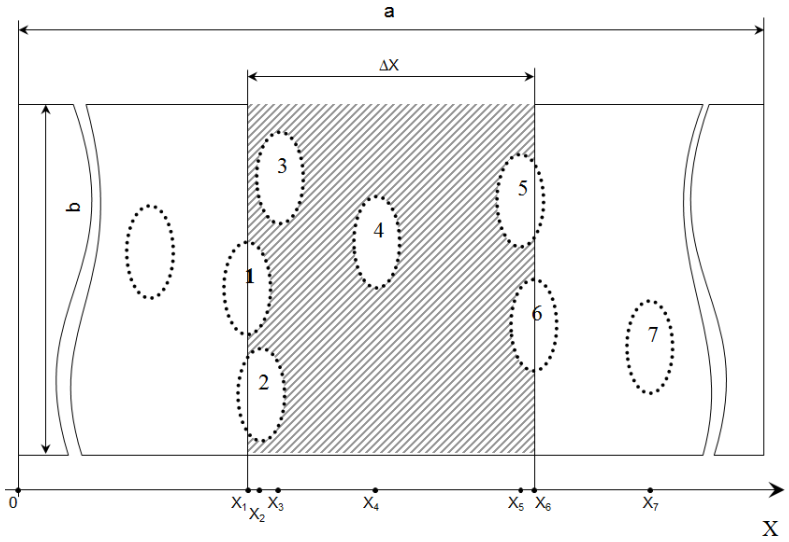


Рисунок 1 - Координатная схема размещения людей на путях эвакуации

Скорость i-го человека $V_i(t)$ в момент времени t определяется по таблице П2.1 приложения 2 к Методике-382 в зависимости от локальной плотности потока, в котором он движется, $D_i(t)$ и типа эвакуационного участка.

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

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

– 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:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

– dt – промежуток времени, с;

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

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

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

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

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

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

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

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

– dt – промежуток времени, с.

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

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

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

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

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

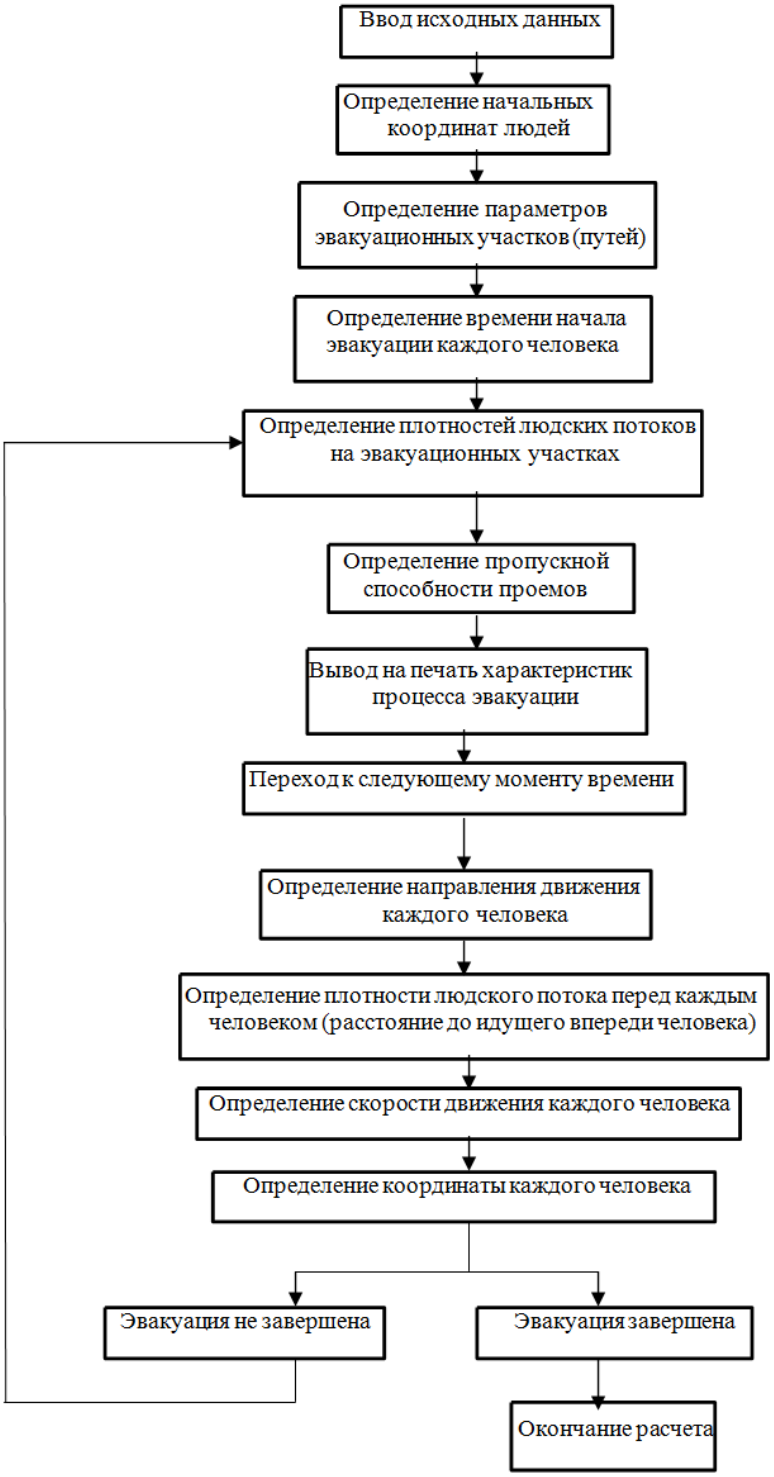


Рисунок 2 - Блок-схема определения расчетного времени эвакуации

Статья 53 и 89 №123-ФЗ требует организации безопасной (своевременной и беспрепятственной) эвакуации людей из здания.

Для обеспечения безопасной эвакуации людей должны быть:

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

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

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

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

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

$$t_{эв} < t_{нб},$$

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

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

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

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

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

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

$$D_i < D_{\max}$$

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

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

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

4.5 Эвакуация из мест начального размещения людских потоков

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

Такими участками в производственных помещениях являются проходы между стеллажами, оборудованием и т.п., в административных помещениях – общие проходы между мебелью рабочих мест и т.п. Пространство участков формирования

людских потоков определяется антропометрическими размерами человека и эргономикой движений человека при осуществлении им основного функционального процесса, для реализации которого предназначено данное помещение. Минимально необходимые габариты участков приводятся в нормалях, справочниках, в учебниках и учебных пособиях по архитектурно-строительному проектированию, эргономике и инженерной психологии.

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

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

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

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

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

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

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

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

Обозначения, приведенные в формуле, приведены на рисунке ниже.

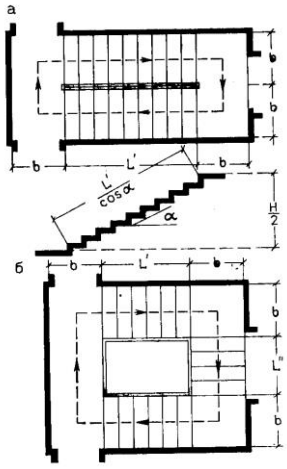


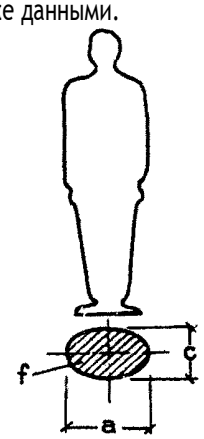
Рисунок 3 – Иллюстрация к определению длины пути движения по двух и трехмаршевой лестницам

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

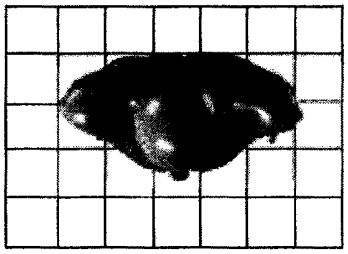
Пути движения в пределах здания обычно пересекаются дверными проемами, декоративными порталами, имеют сужения за счет различных архитектурных или технологических элементов, выступающих из плоскости ограждений. Такие местные сужения независимо от их характера в дальнейшем называются проемами шириной b.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

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

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



а)



б)

Рисунок 4 – Площадь горизонтальной проекции человека:

а) расчетная; б) действительная

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

Таблица 12

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

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

Таблица 13

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

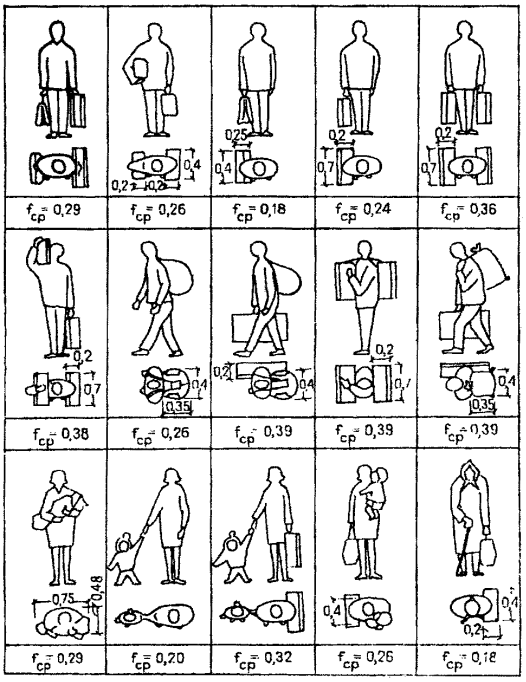
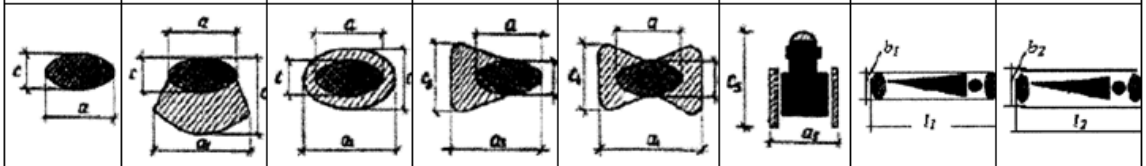


Рисунок 5 - Площадь горизонтальной проекции людей с различным грузом

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

Таблица 14

Здоровые люди, слабослышащие, с ограничением	Слепые	С поражением опорно-двигательного аппарата					
		передвигающиеся без дополнительных опор	передвигающиеся с одной дополнительной опорой	передвигающиеся с двумя дополнительными опорами	передвигающиеся на креслах-колясках	транспортируемые на носилках	транспортируемые на каталках
1	2	3	4	5	6	7	8
							
							
a = 0,28	a_1 = 0,72	a_2 = 0,40	a_3 = 0,50	a_4 = 0,50	a_5 = 0,80	b_1 = 0,50	b_2 = 0,75
c = 0,46	c_1 = 0,82	c_2 = 0,75	c_3 = 0,65	c_4 = 0,90	c_5 = 1,20	i_1 = 2,10	i_2 = 2,10
f = 0,10	f = 0,40	f = 0,25	f = 0,20	f = 0,30	f = 0,96	f = 1,05	f = 1,58

4.6 Составление расчетных схем и определение расчетного времени эвакуации людей

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

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

В расчетных схемах учитывались только те пути движения людей, которые отвечают требованиям, предъявляемым к путям эвакуации, согласно ст. 89 Федерального закона №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

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

4.7 Расчет вероятной эвакуации людей

Вероятность эвакуации по эвакуационным путям $P_{Э.i}$ рассчитывают по формуле согласно :

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

– где t_p - расчетное время эвакуации людей, мин;

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

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

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

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

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

$$\mathrm{t_{нэ}} = 5 + 0{,}01 \cdot \mathrm{F}$$

– где F - площадь помещения (м^2).

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

4.8 Расчет величины индивидуального пожарного риска

Индивидуальный пожарный риск отвечает требуемому, если:

$$\mathrm{Q_В} \le \mathrm{Q_В^Н},$$

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

– $\mathrm{Q_В}$ - расчетная величина индивидуального пожарного риска.

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

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

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

где:

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

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

- здание оборудовано системой АУП, соответствующей требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;
- оборудование здания системой АУП не требуется в соответствии с требованиями нормативных документов по пожарной безопасности.

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

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

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

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

Коэффициент, учитывающий соответствие системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности, Кп.з рассчитывается по формуле:

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

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

- здание оборудовано системой пожарной сигнализации, соответствующей требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;
- оборудование здания системой пожарной сигнализации не требуется в соответствии с требованиями нормативных документов по пожарной безопасности.

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

– $K_{СОУЭ,i}$ - коэффициент, учитывающий соответствие системы оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности. Значение параметра принимается равным $K_{СОУЭ,i} = 0,8$, если выполняется хотя бы одно из следующих условий:

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

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

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

- здание оборудовано системой противодымной защиты, соответствующей требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;
- оборудование здания системой противодымной защиты не требуется в соответствии с требованиями нормативных документов по пожарной безопасности.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

4.9 Определение частоты реализации пожароопасных ситуаций

Частота реализации пожароопасных ситуаций определяется частотой возникновения пожара в здании в течение года. Частота возникновения пожара определяется на основании статистических данных, приведенных в приказе МЧС России от 30 июня 2009 г. №382 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности» (в ред. Приказа МЧС России, от 02.12.2015 N 632).

Частота реализации пожароопасных ситуаций принимаем равной:

– для помещений подземной автостоянки - $4,00 \cdot 10^{-2}$;

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

5 Значения расчетных величин пожарного риска для объекта защиты

5.1 Сценарий №1 (подземная автостоянка 1)

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

Пожар происходит в помещении подземной автостоянки на минус 1-м этаже в пожарном отсеке ПО№6. ОФП распространяются по помещению и за его пределы, при этом блокируют ближайший эвакуационный выход.

Двери помещения очага пожара принимались закрытыми. Размер ячейки области расчета, используемой в сценарии равен 0,25м. Высота этажа пожара (от пола до потолка) и помещения очага пожара равна 6,20 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:

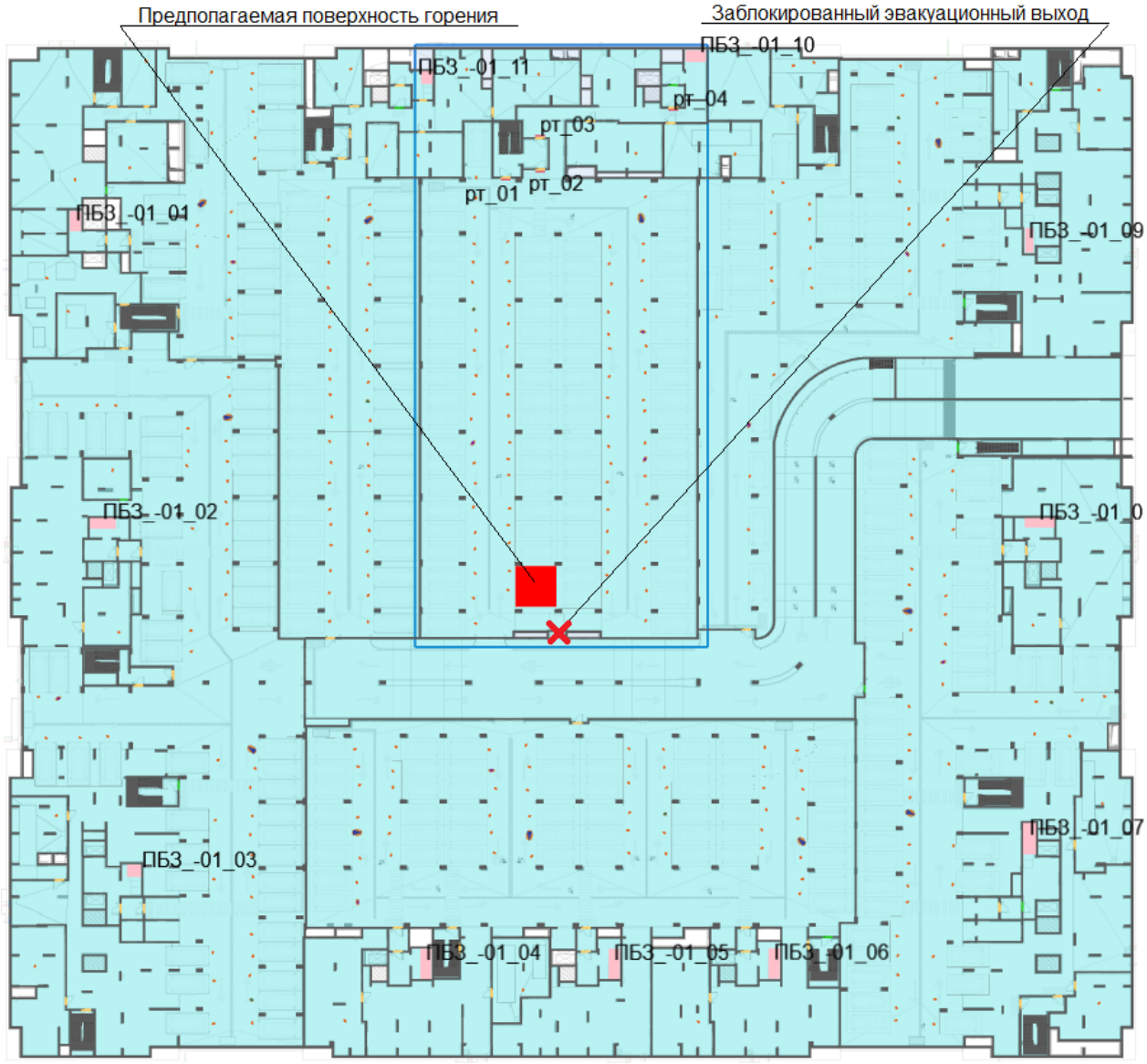


Рисунок 6 - Компьютерная модель «минус» 1-го этажа с предполагаемой поверхностью горения и нанесенными расчётными точками

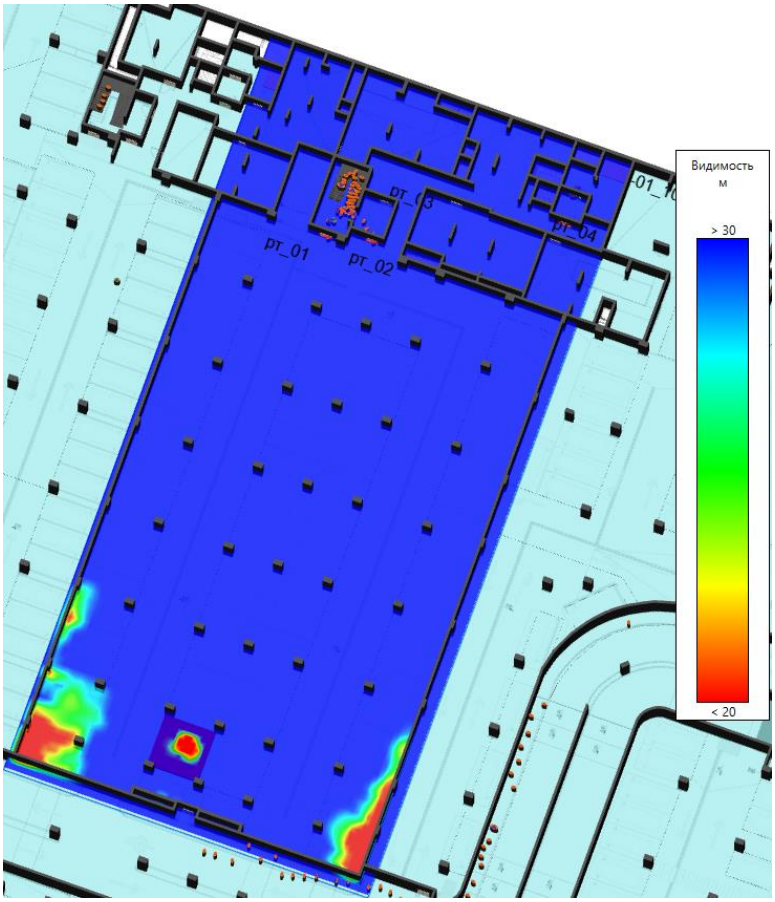


Рисунок 7 - Компьютерная 3D модель «минус» 1-го этажа с предполагаемой поверхностью горения и нанесенными расчётными точками (плотность дыма на момент полной эвакуации людей из пожарного отсека с очагом пожара - 1 мин. 3 сек.)

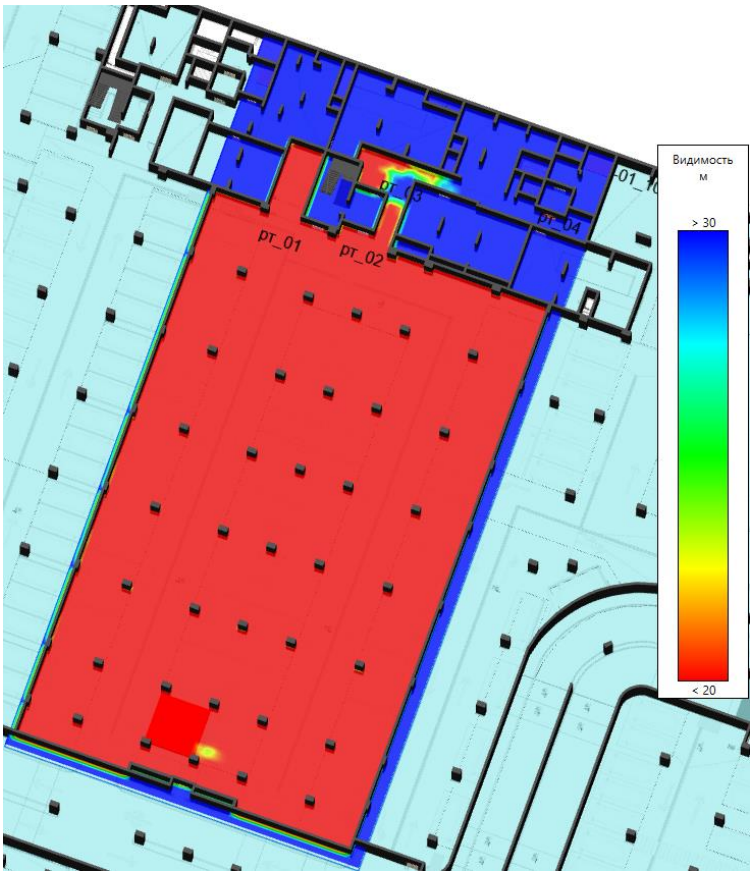


Рисунок 8 - Компьютерная 3D модель «минус» 1-го этажа с предполагаемой поверхностью горения и нанесенными расчётными точками (плотность дыма на момент наступления ОФП до рт_03 - 3 мин.21 сек.)

$R_n = V_л \cdot t_{св}$ - 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 очага пожара 1,06 мин, принимаем время свободного горения с учетом коэффициента запаса 1,325 мин.

$$R_n = 0{,}0068 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 63{,}8 \text{ сек.} \cdot 1{,}25 = 0{,}542 \text{м}$$

$$S = 3{,}14 \cdot 0{,}542^2 = 0{,}92 \text{ м}^2$$

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

Таблица 15

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	686,907
Дымообразующая способность	Нп · м²/кг	487
Потребление кислорода (O_2)	кг/кг	2,64
Выделение углекислого газа (CO_2)	кг/кг	1,295
Выделение угарного газа (CO)	кг/кг	0,097
Выделение хлористого водорода (HCl)	кг/кг	0,0109

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

Таблица 16

Расположение	Наименование	Время блокирования по каждому ОФП, с						
		Температура	Видимость	O_2	CO_2	CO	HCl	Тепловой поток
Минус 1-й этаж								
Помещение	рт_01	274,8	153,0	501,6	>600	412,8	216,0	>600
	рт_02	284,4	158,4	522,6	>600	415,8	225,0	>600
	рт_03	398,4	201,6	>600	>600	460,8	283,8	>600
	рт_04	>600	276,0	>600	>600	519	358,2	>600

Ниже представлены графики изменения опасных факторов пожара для регистраторов:

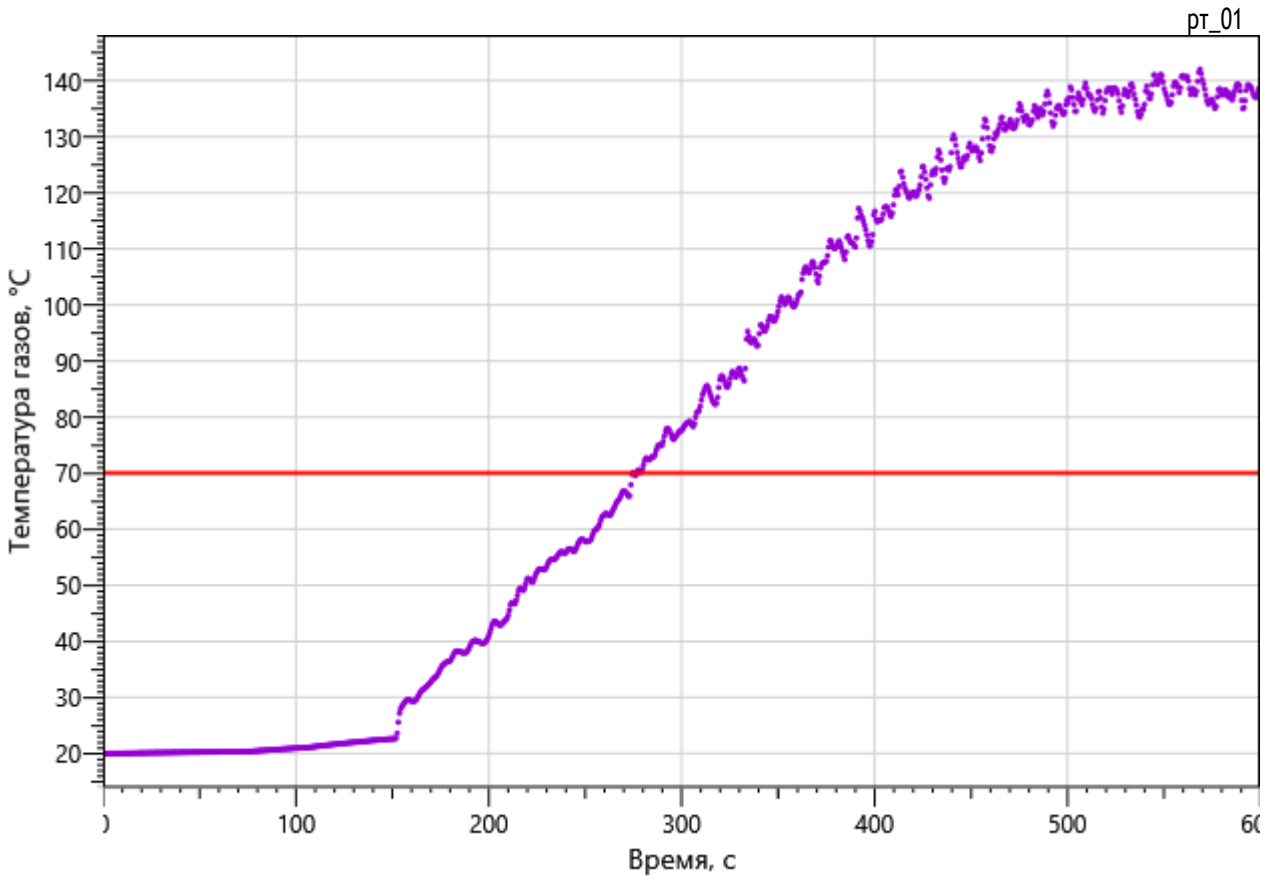


Рисунок 9 - Зависимость температуры от длительности пожара

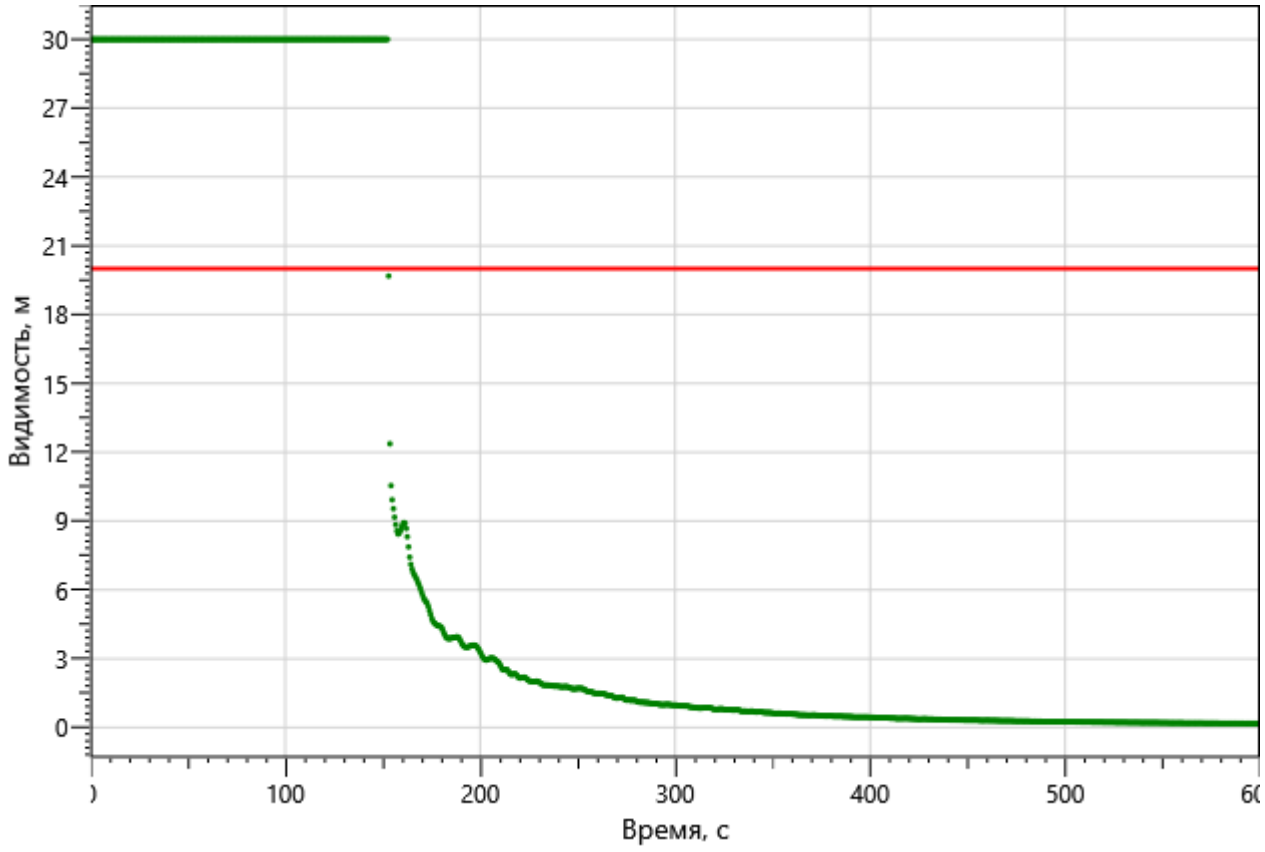


Рисунок 10 - Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

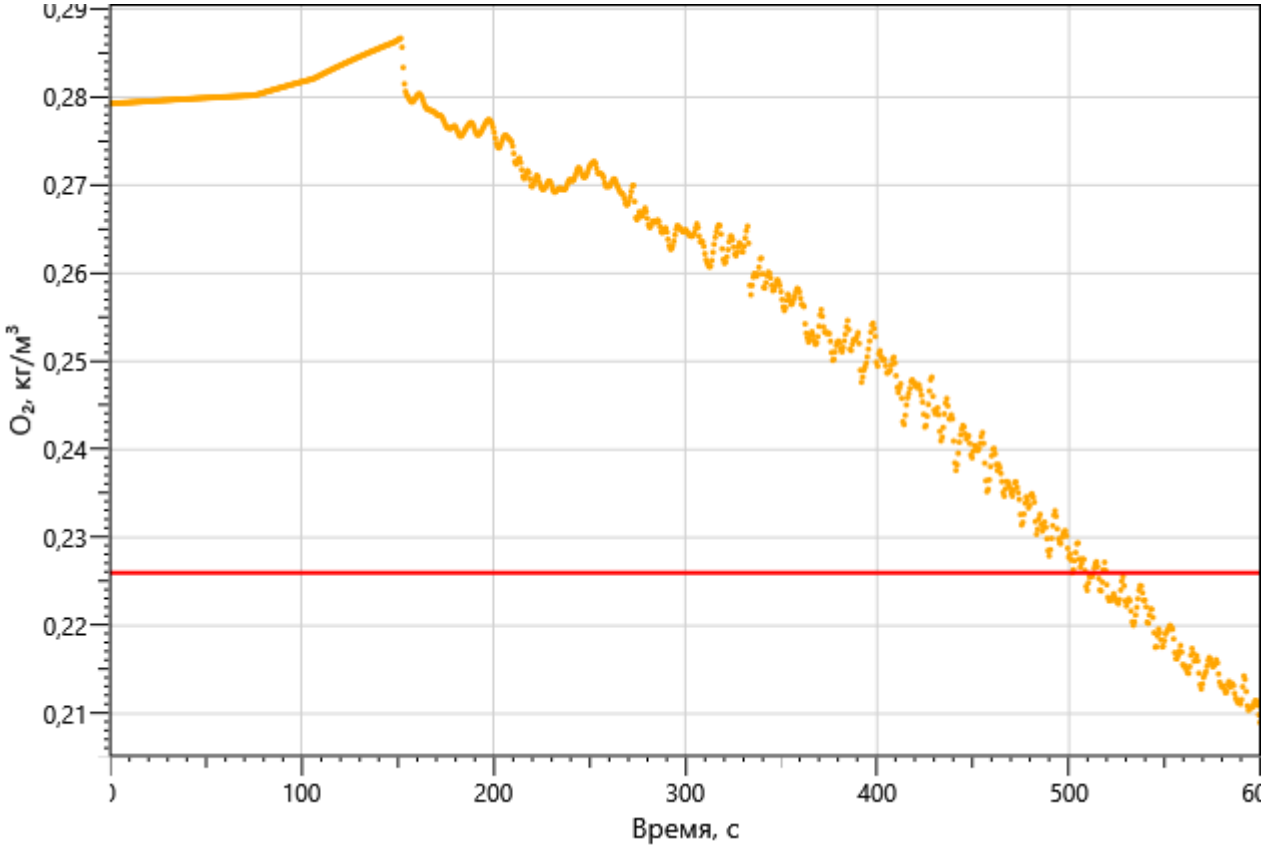


Рисунок 11 - Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

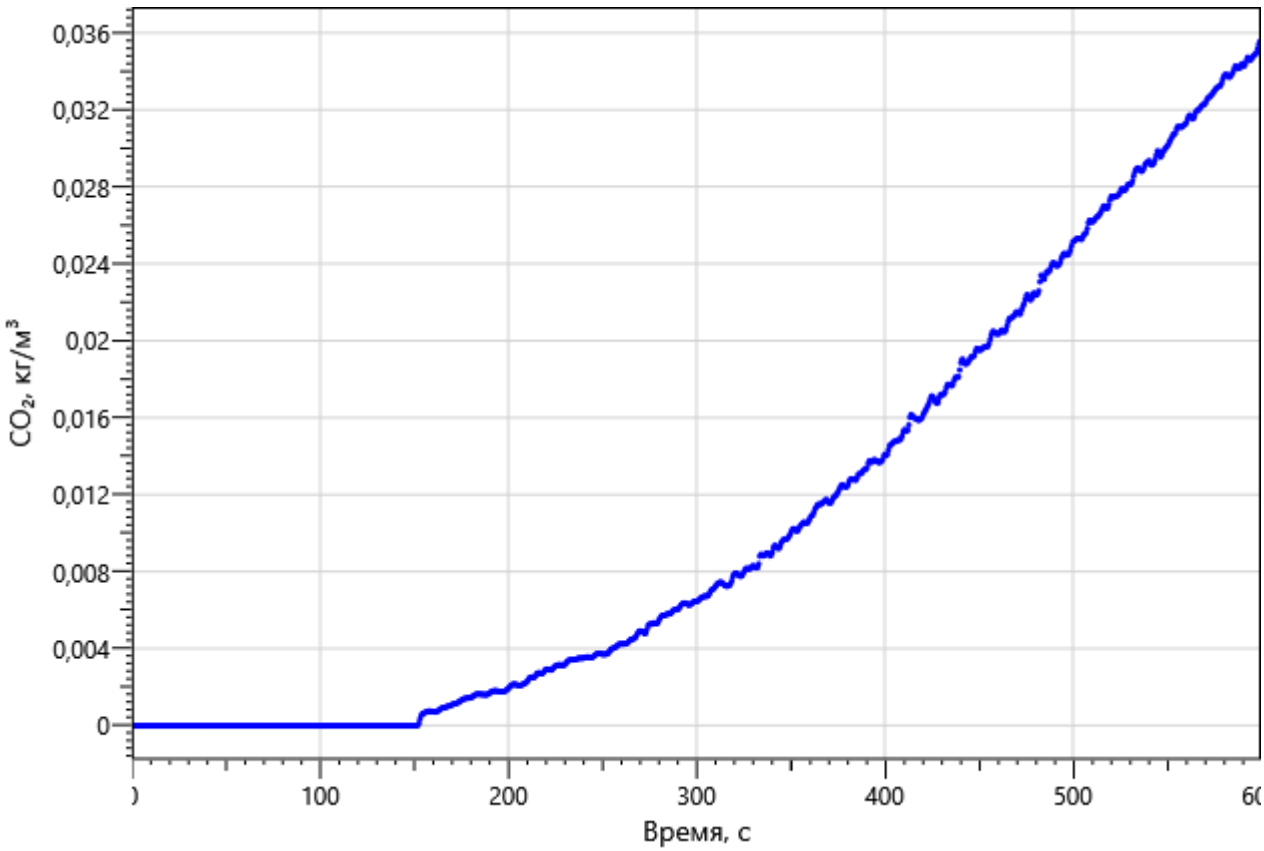


Рисунок 12 - Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

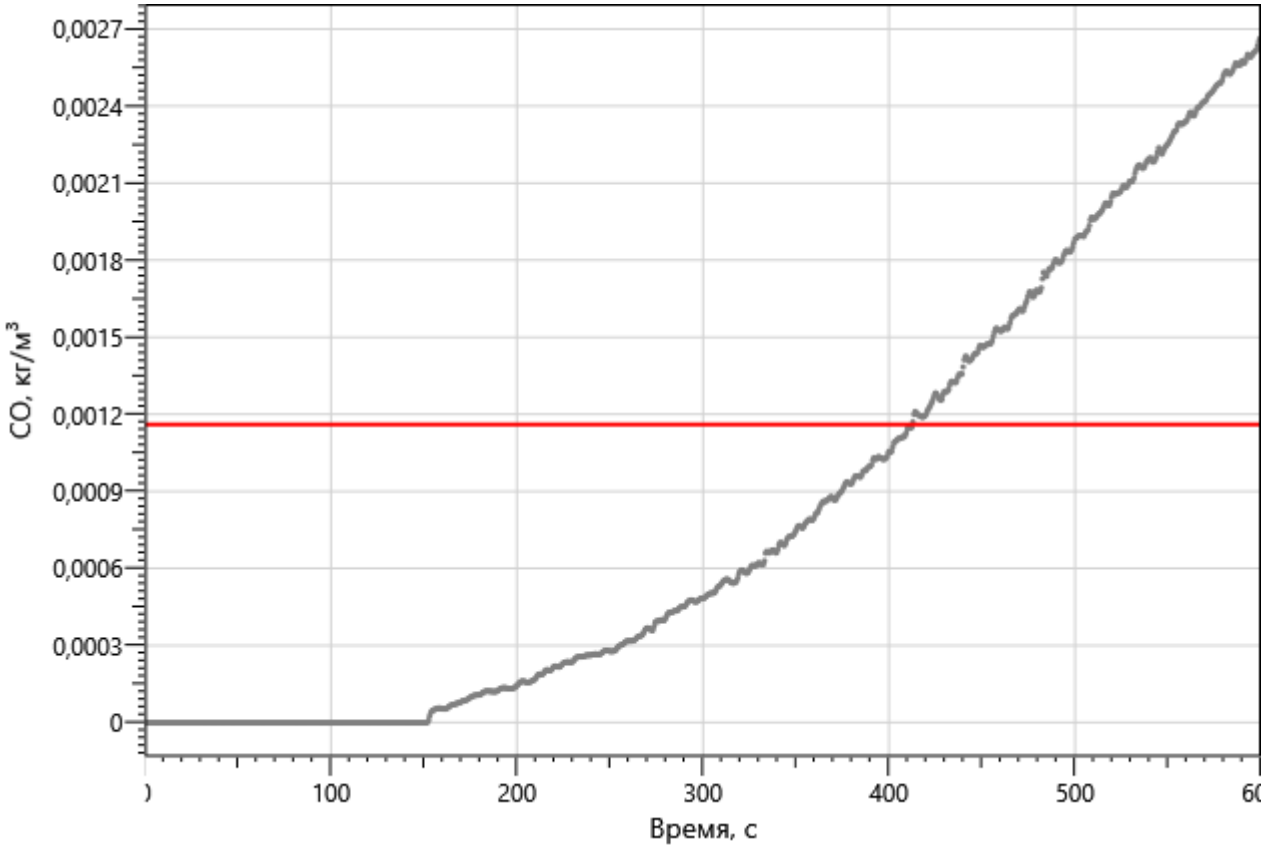


Рисунок 13 - Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

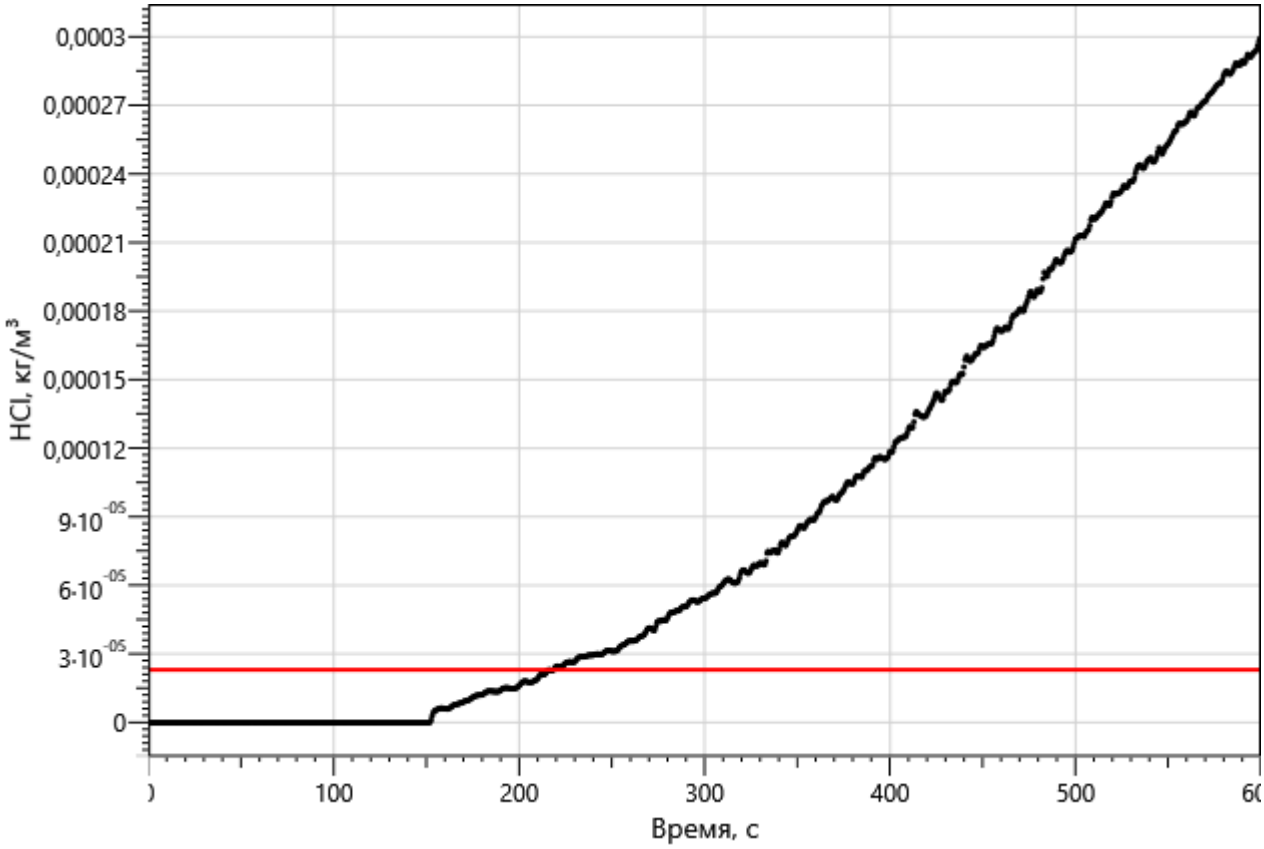


Рисунок 14 - Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

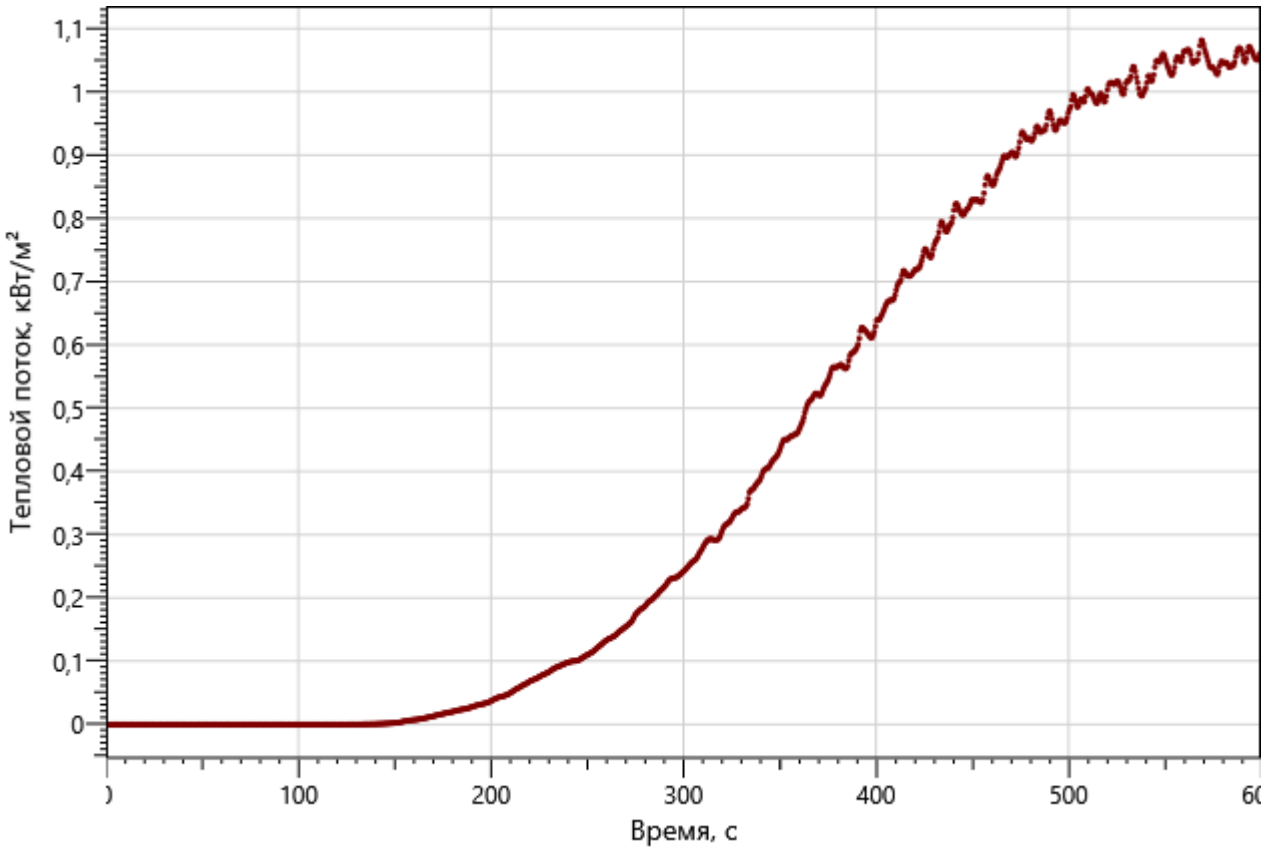


Рисунок 15 - Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

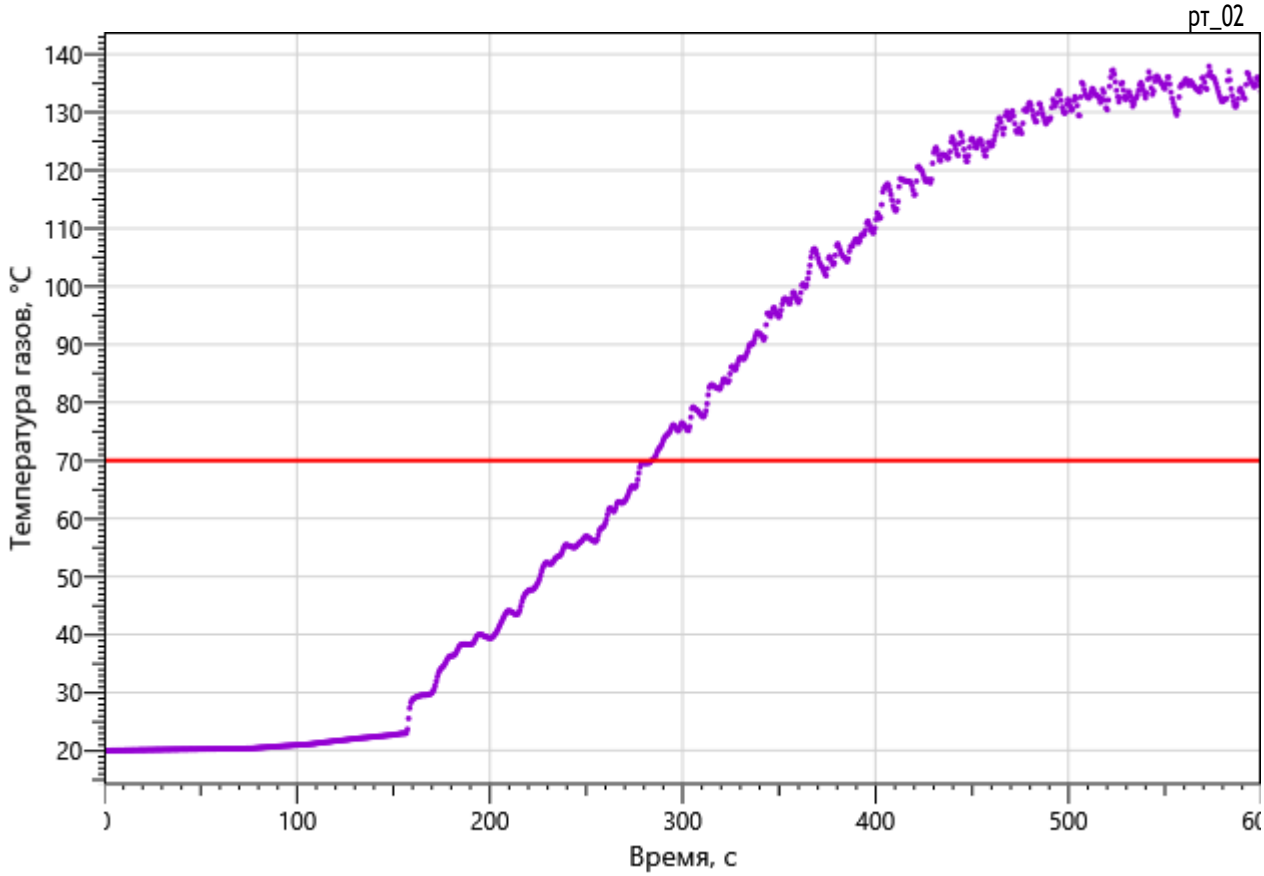


Рисунок 16 - Зависимость температуры от длительности пожара

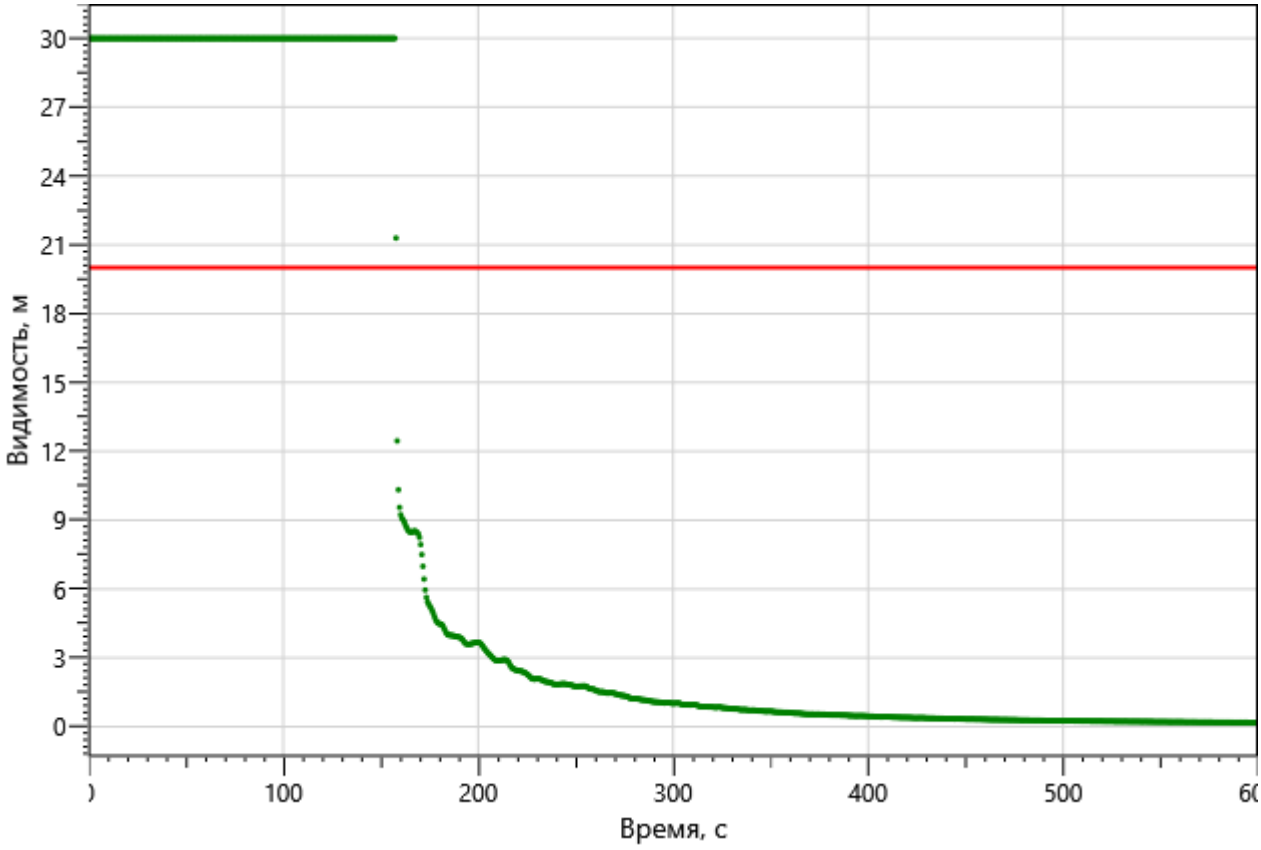


Рисунок 17 - Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

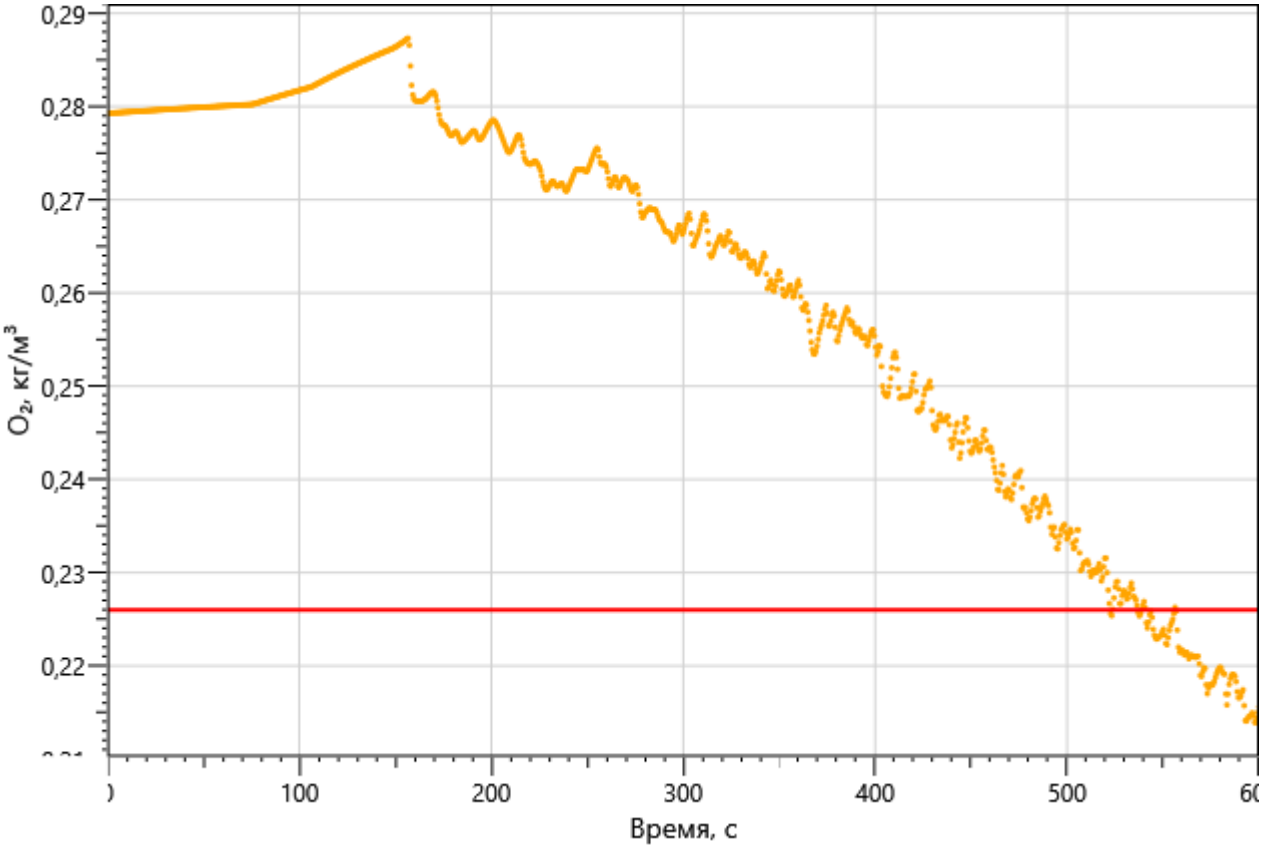


Рисунок 18 - Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

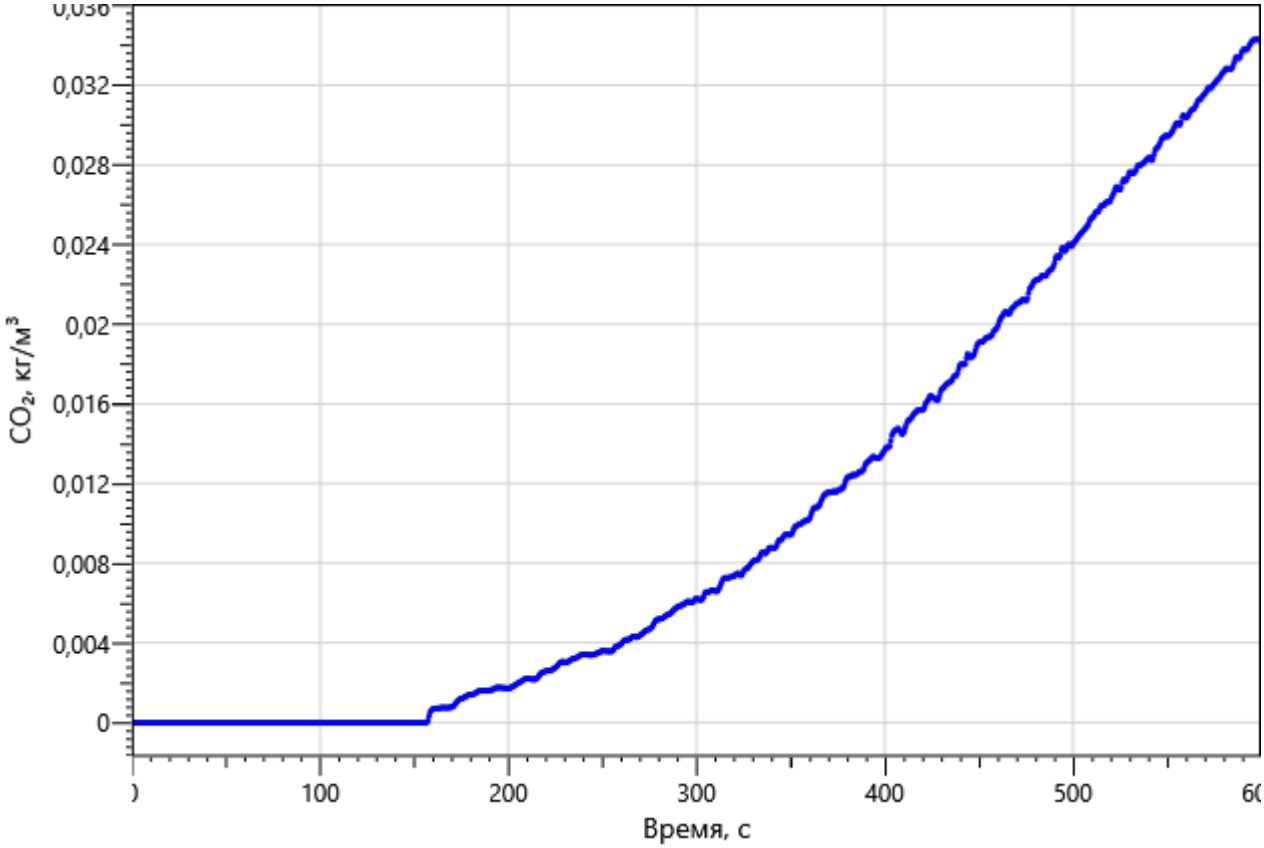


Рисунок 19 - Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

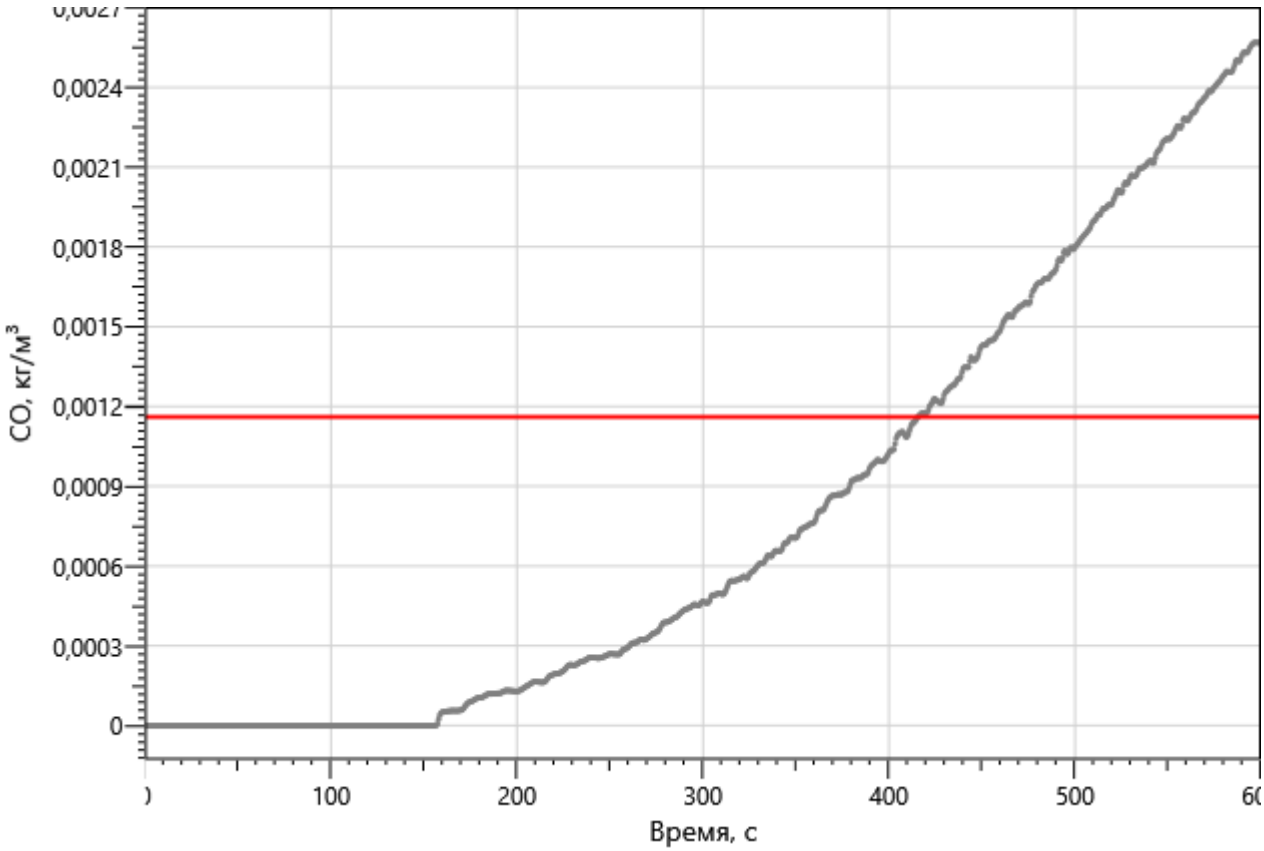


Рисунок 20 - Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

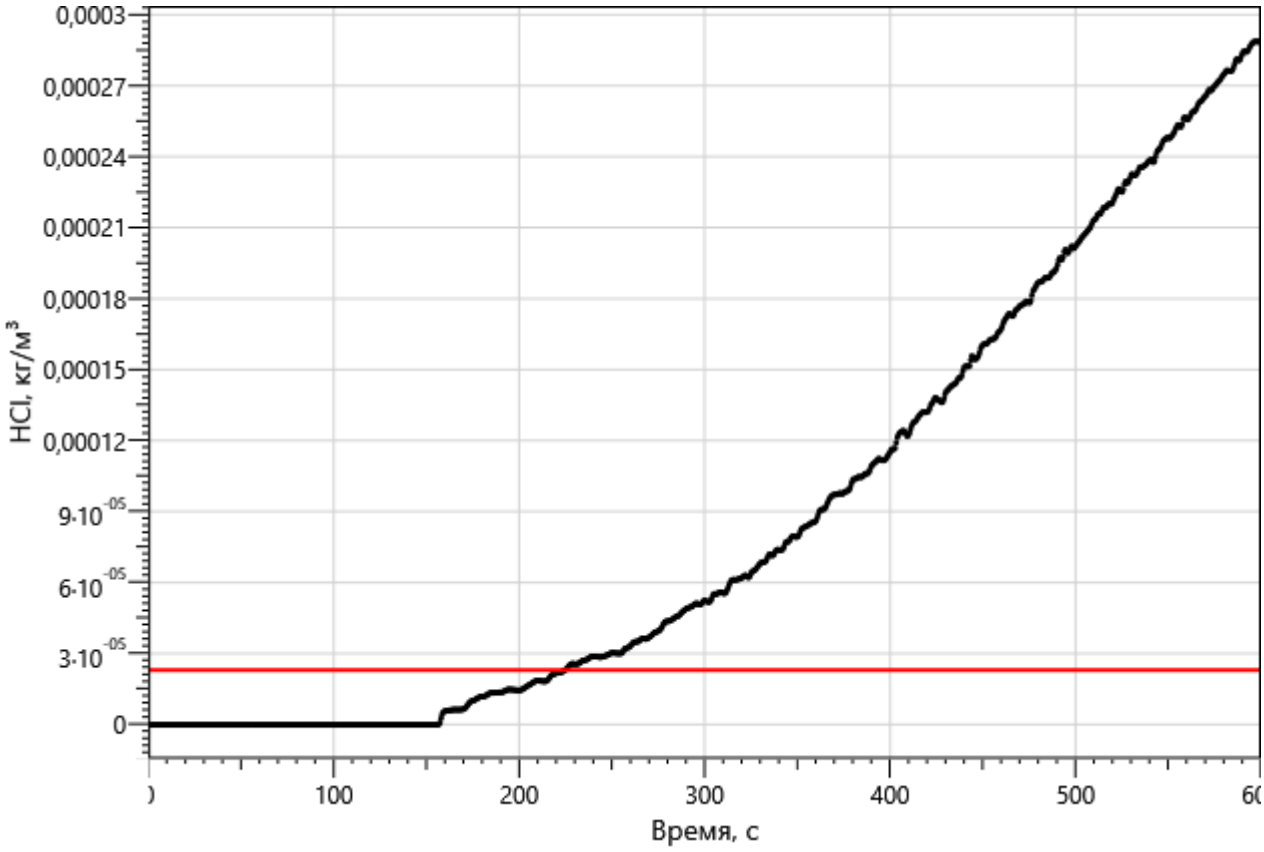


Рисунок 21 - Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

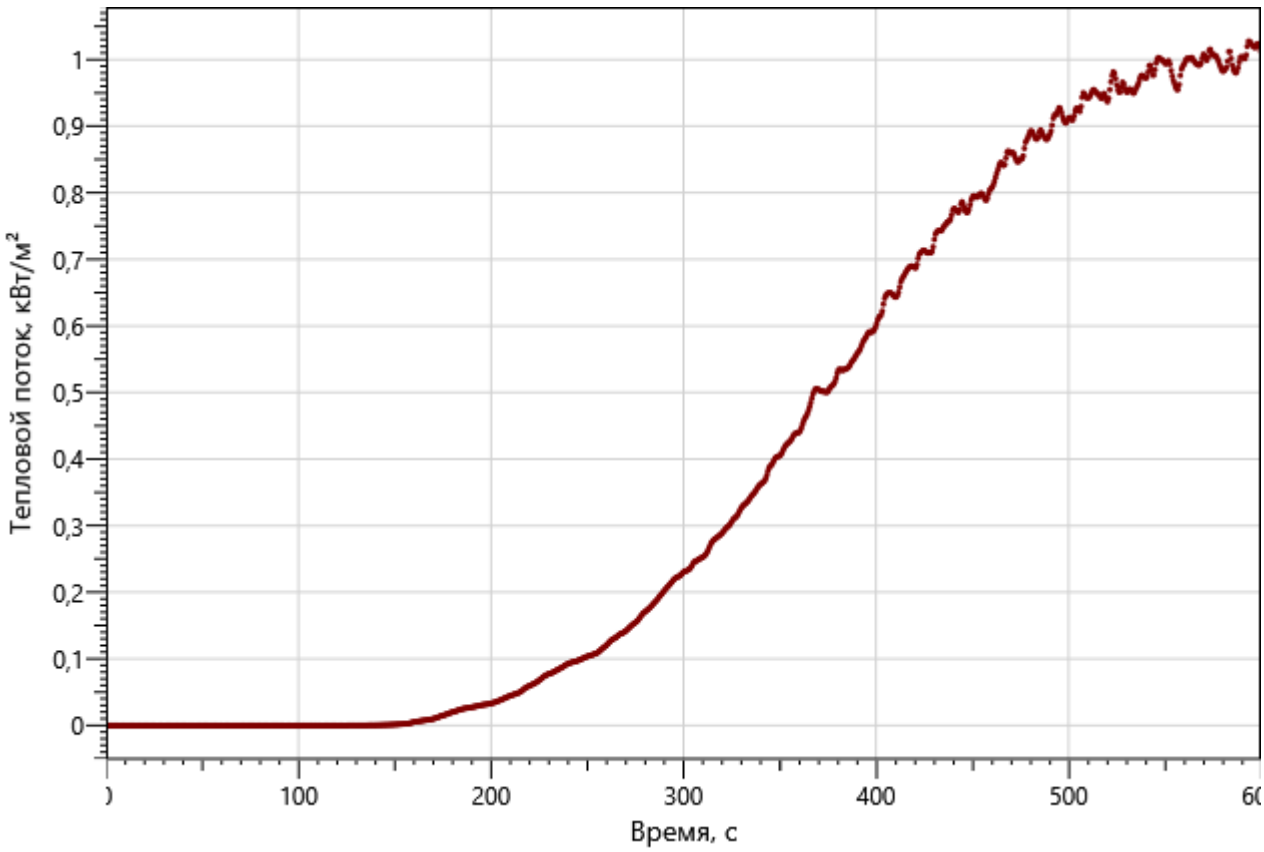


Рисунок 22 - Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

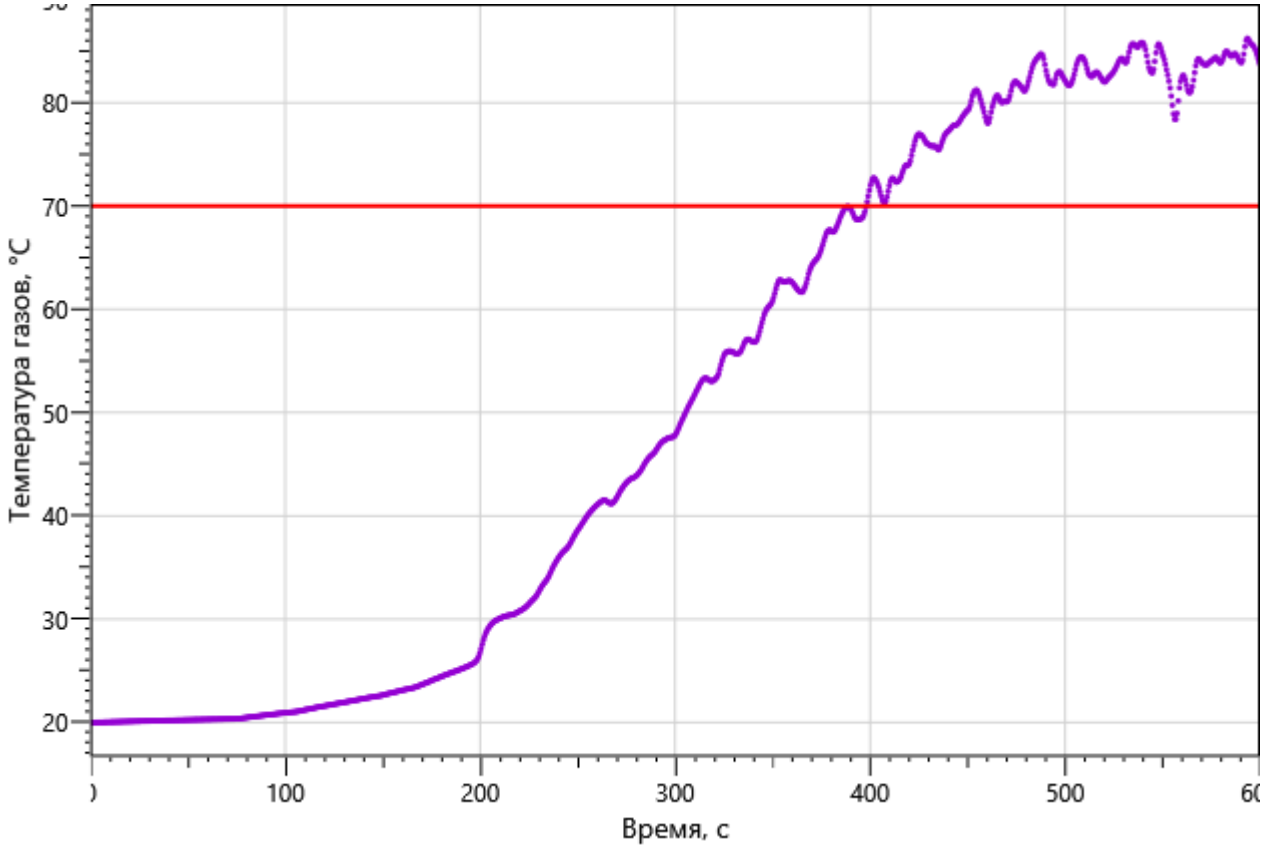


Рисунок 23 - Зависимость температуры от длительности пожара

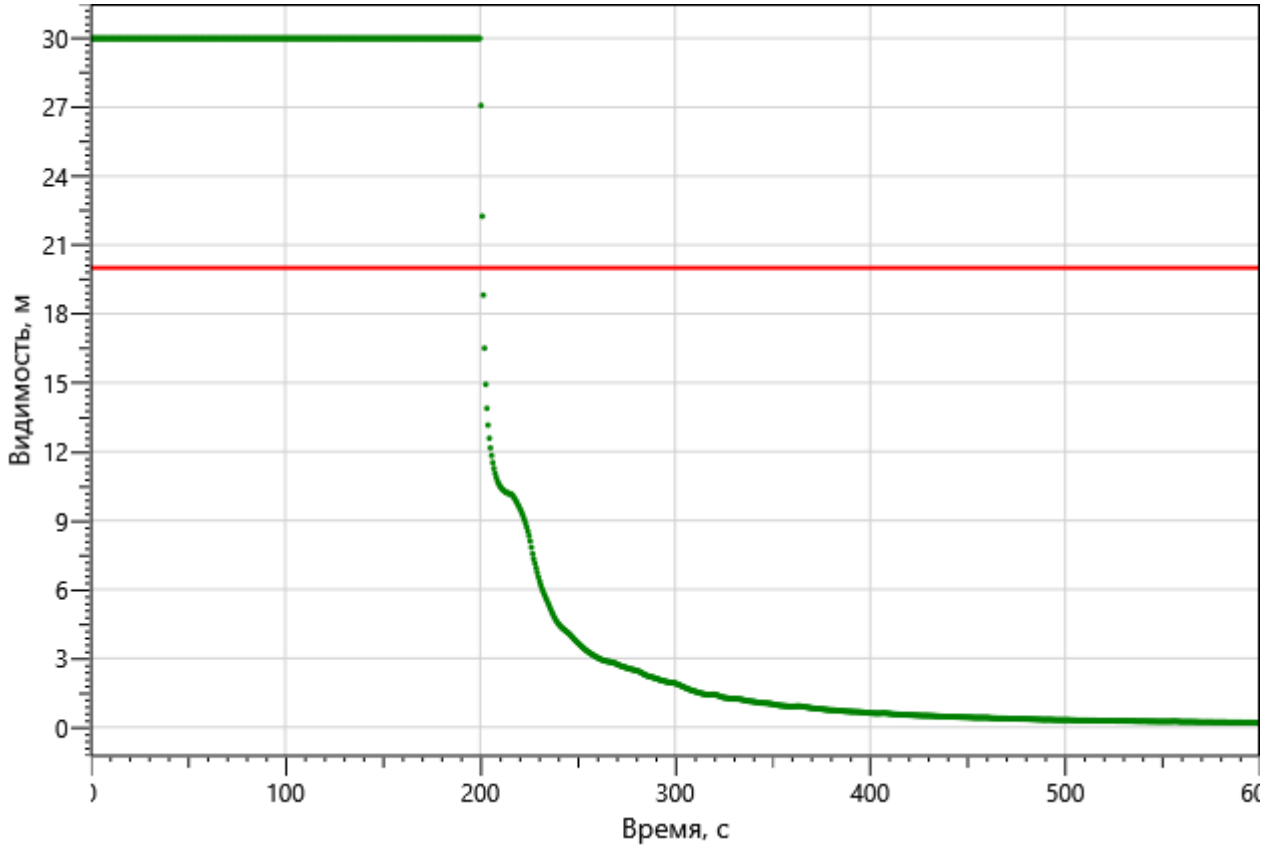


Рисунок 24 - Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

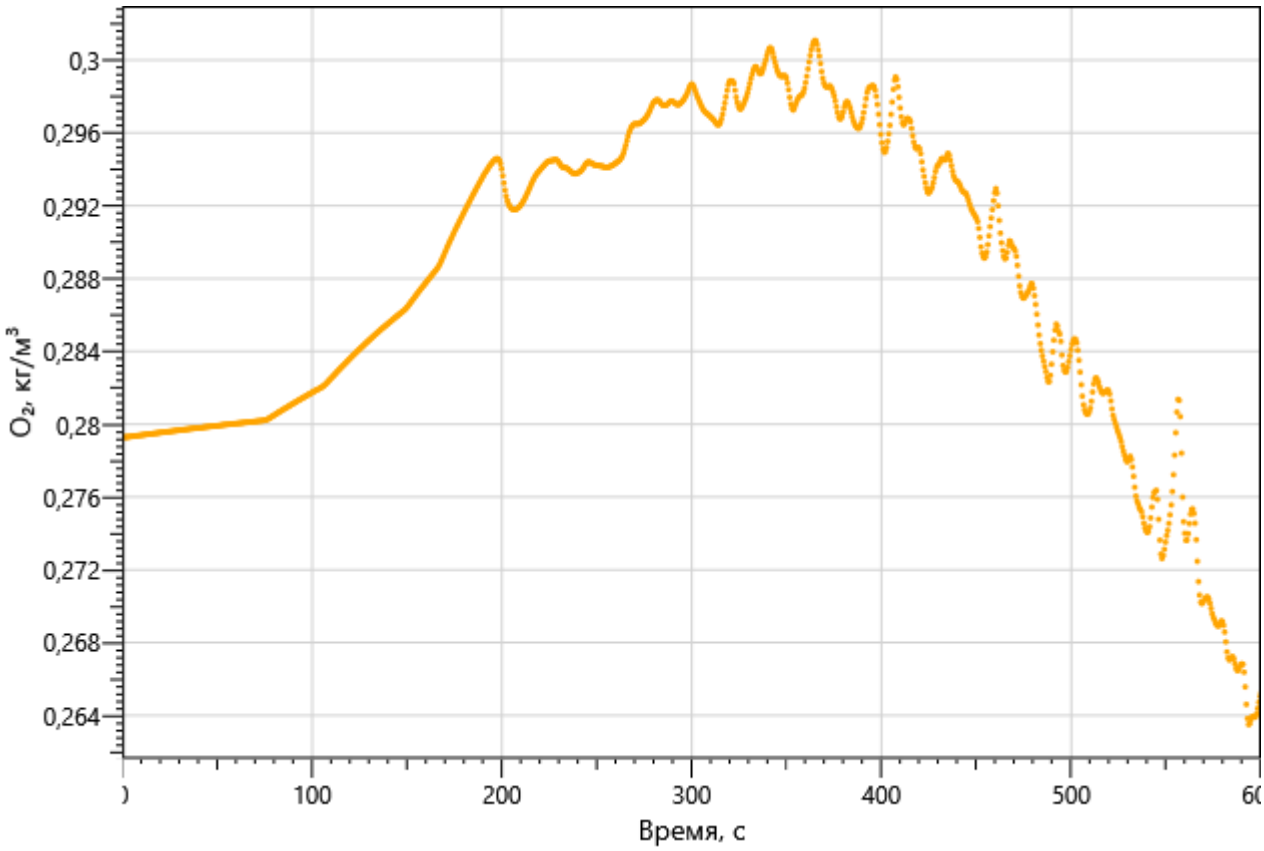


Рисунок 25 - Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

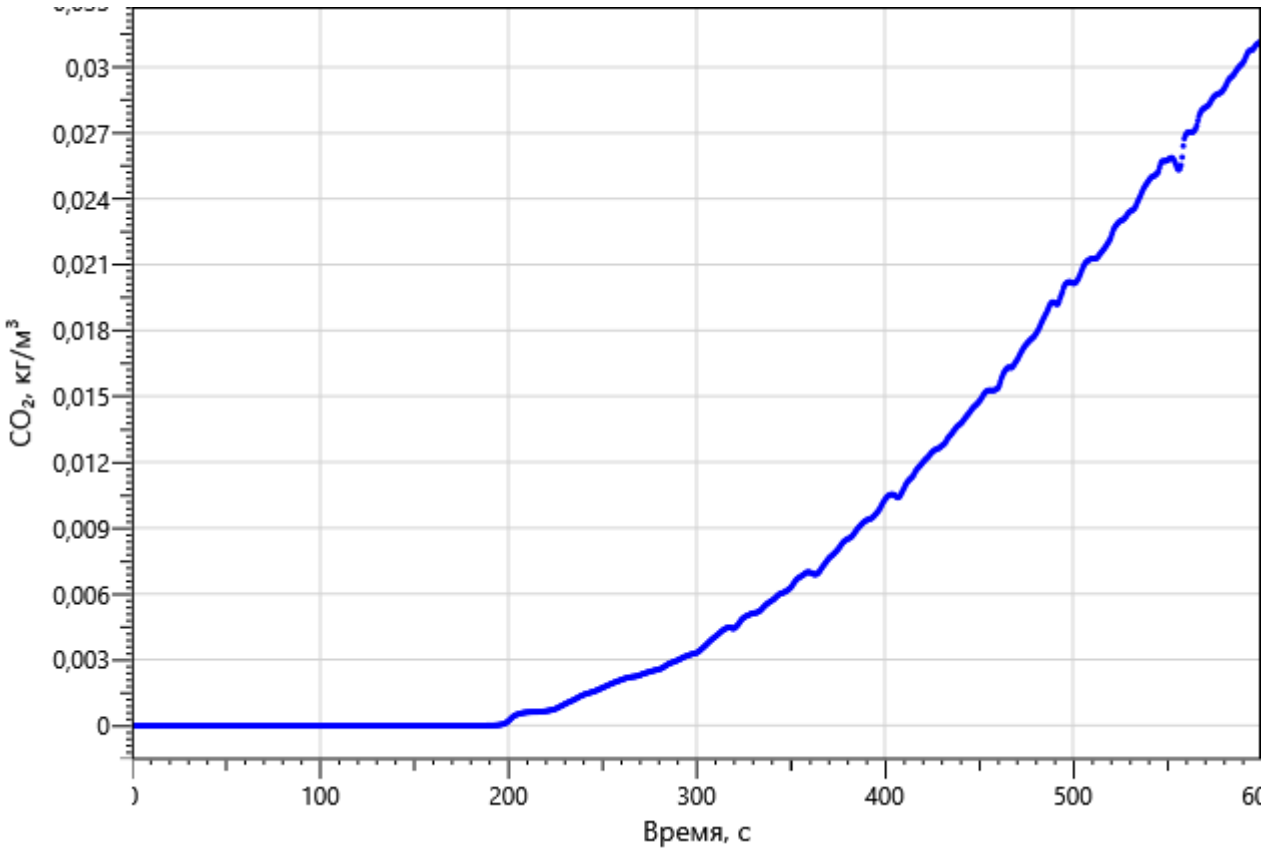


Рисунок 26 - Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

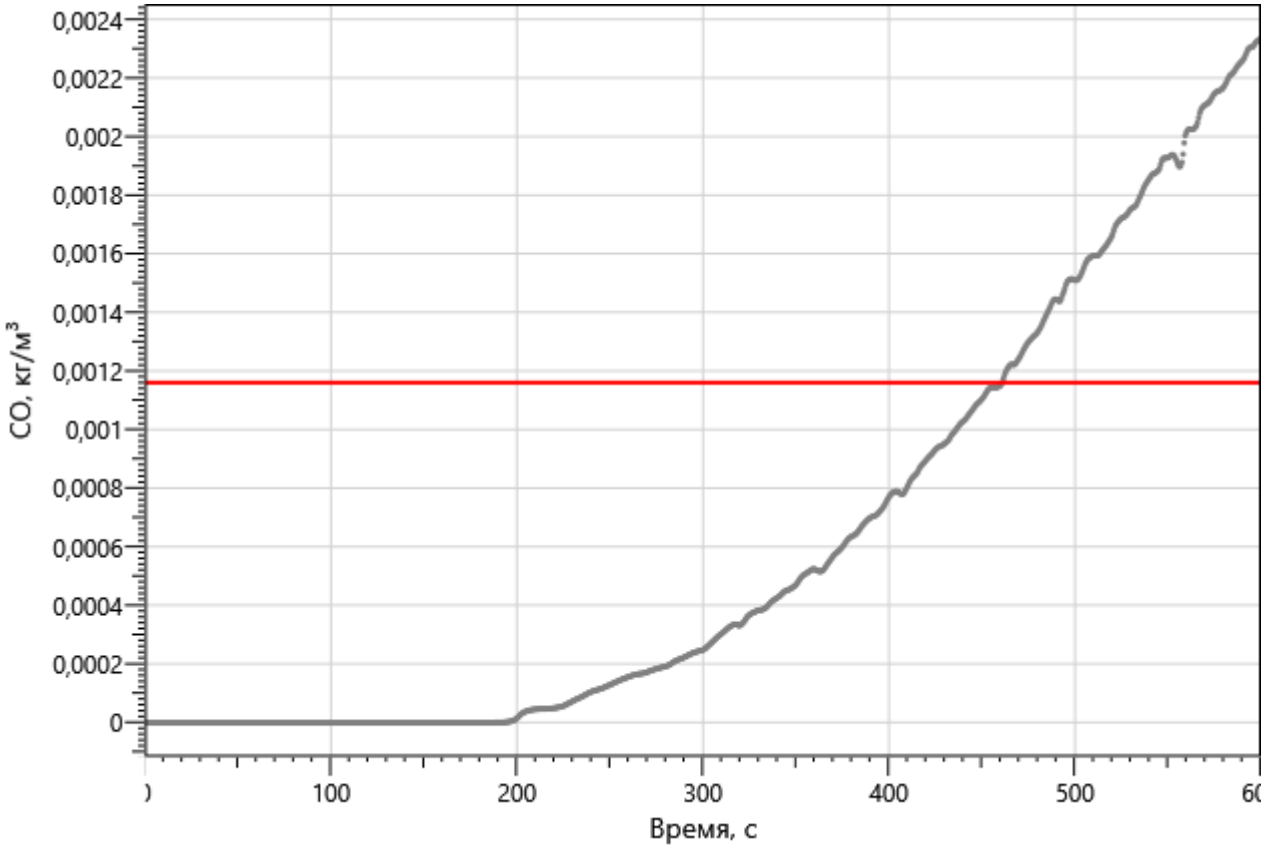


Рисунок 27 - Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

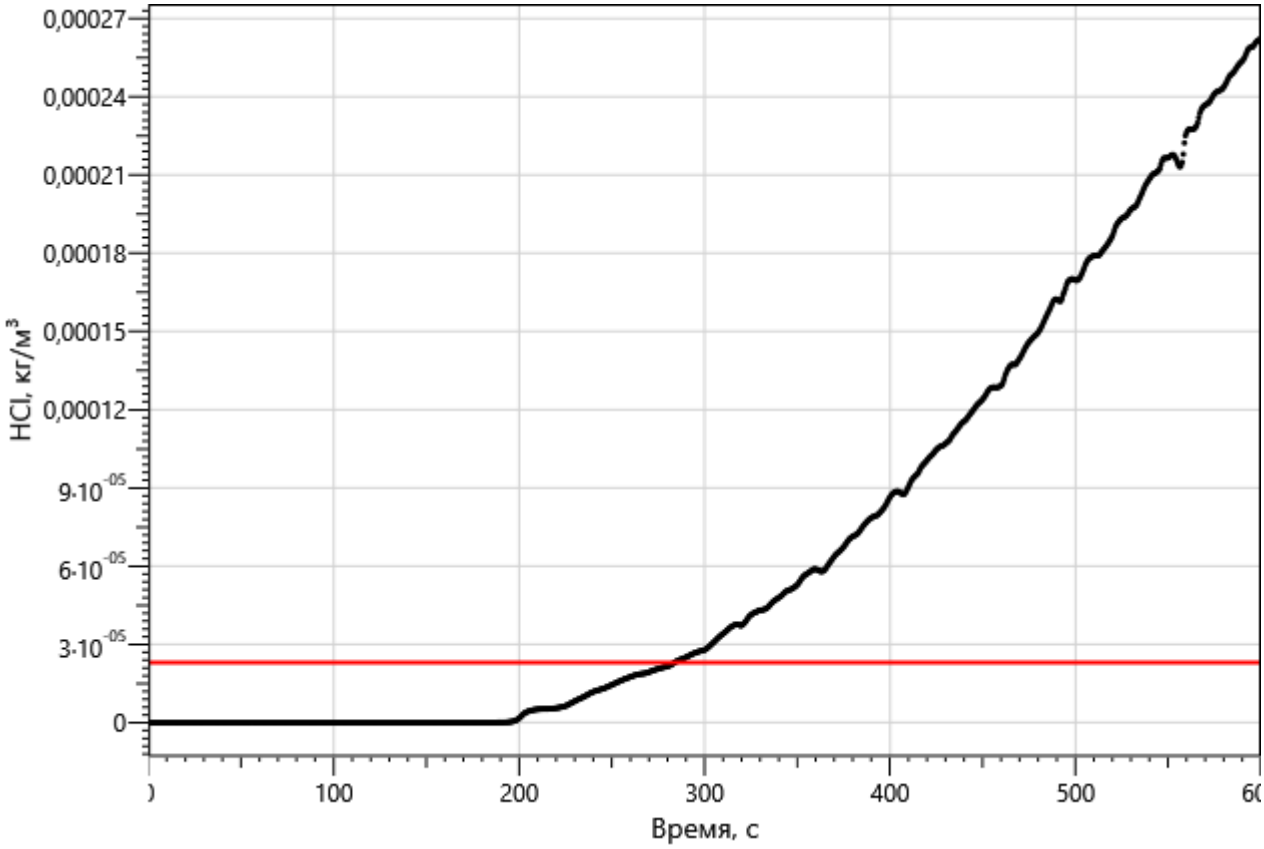


Рисунок 28 - Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

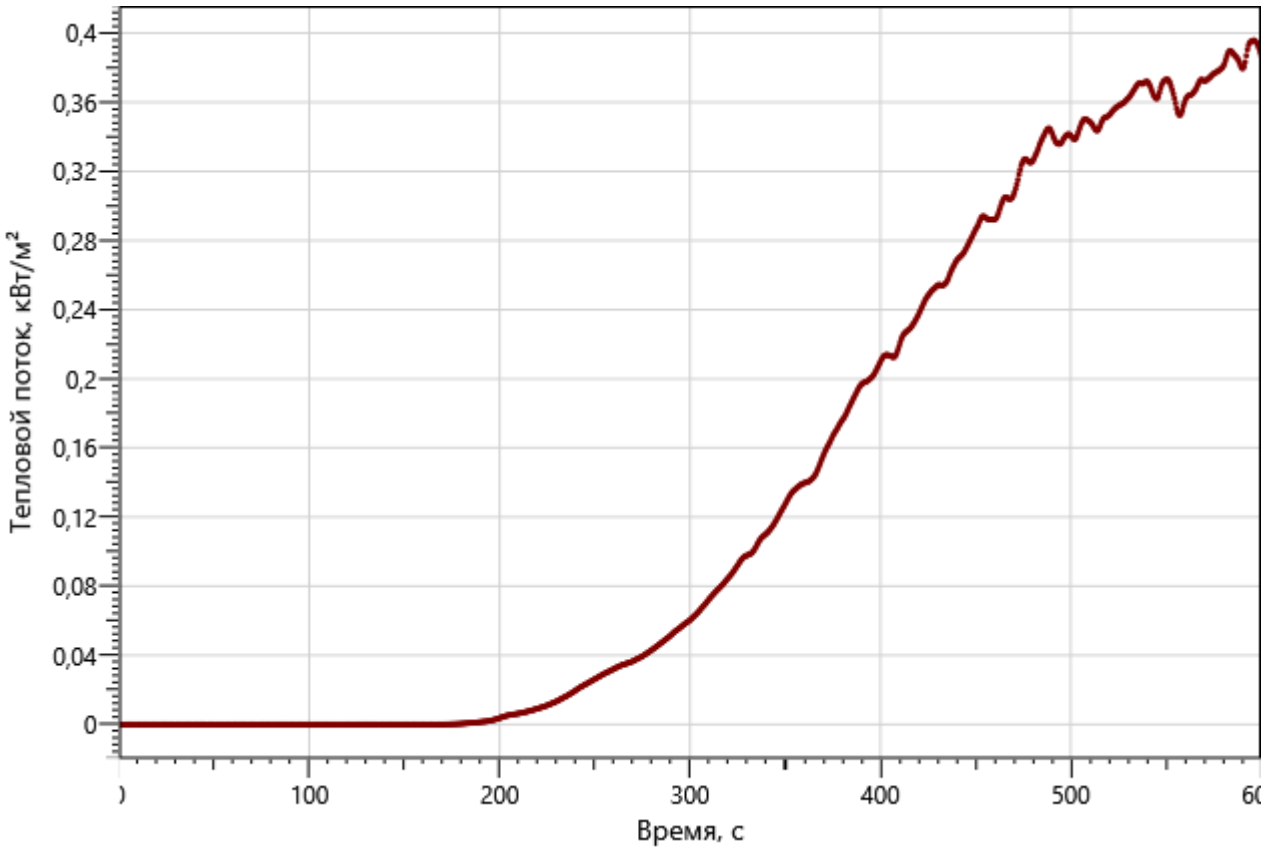


Рисунок 29 - Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

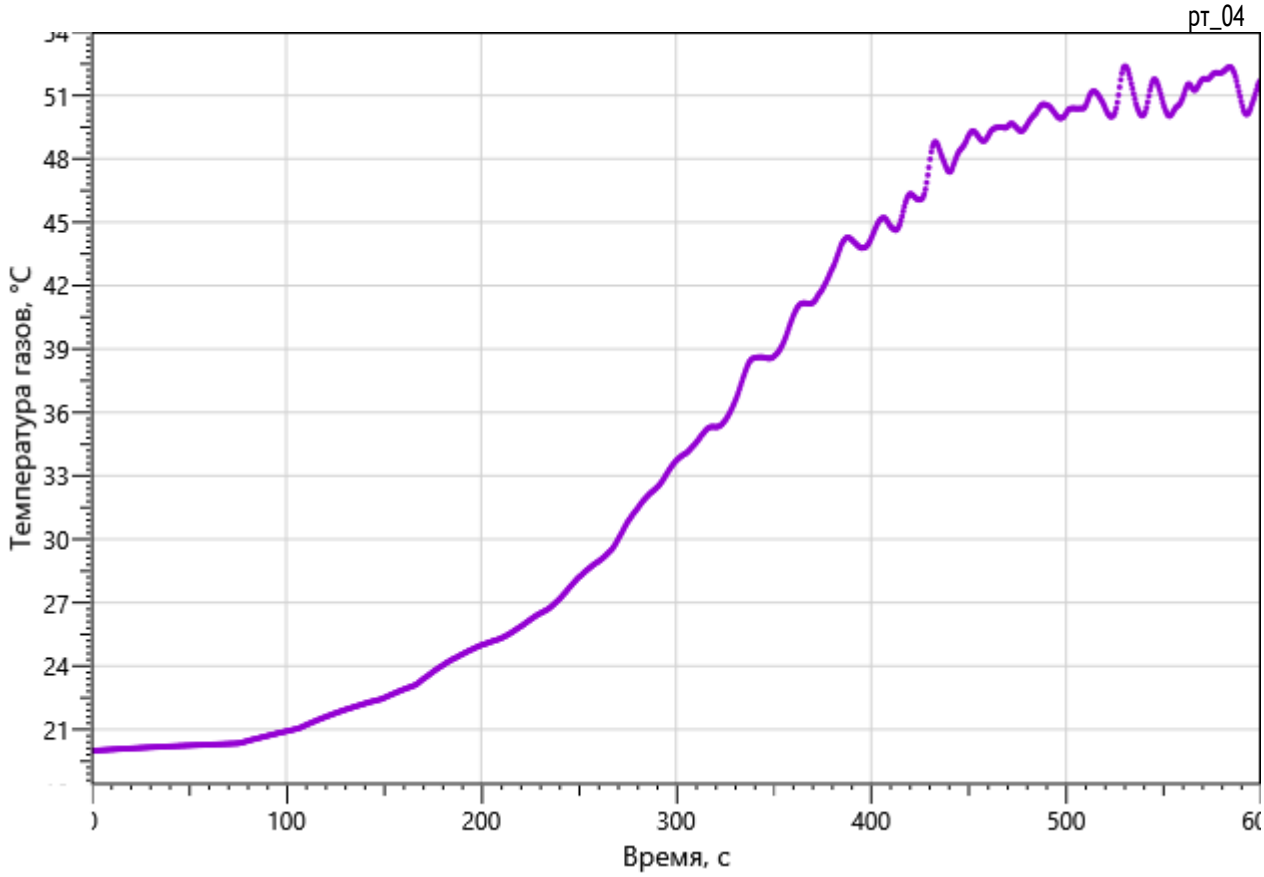


Рисунок 30 - Зависимость температуры от длительности пожара

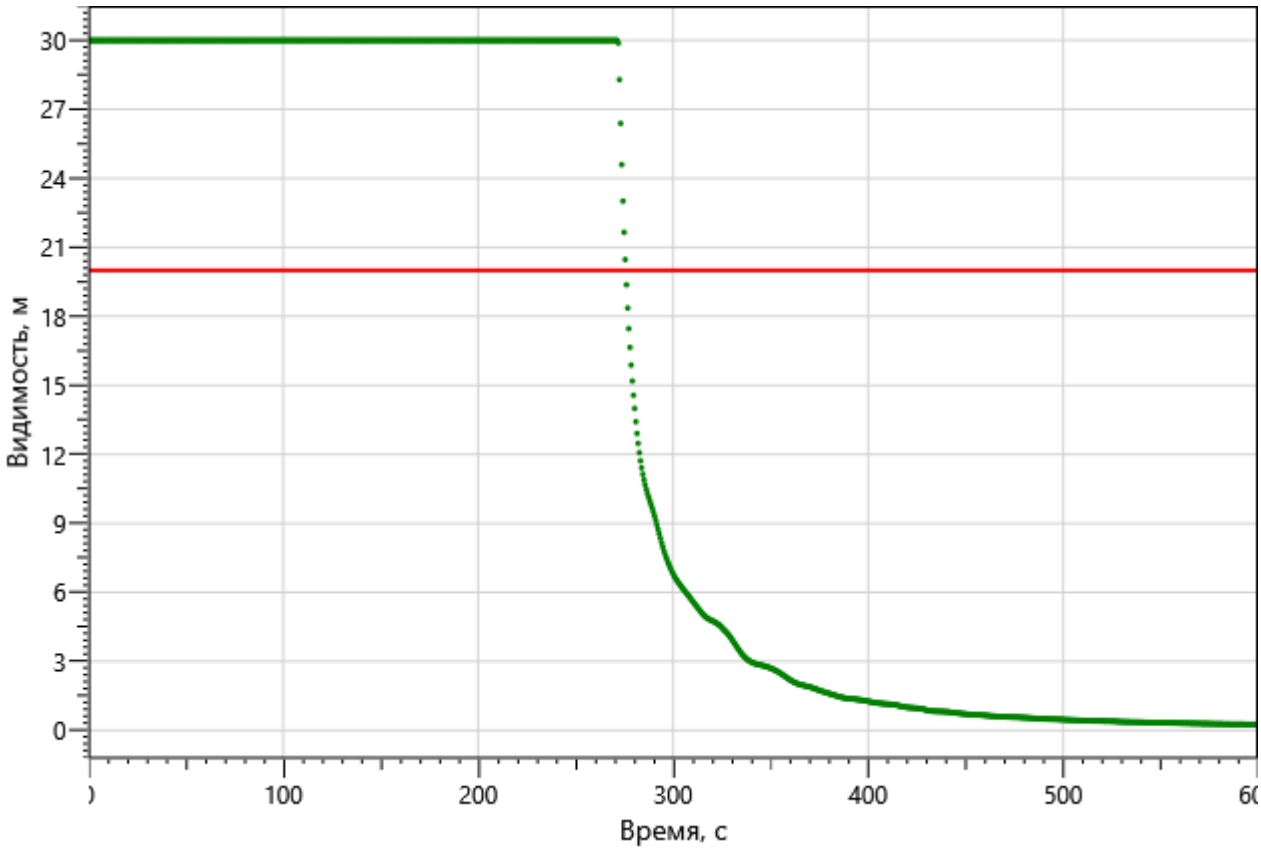


Рисунок 31 - Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

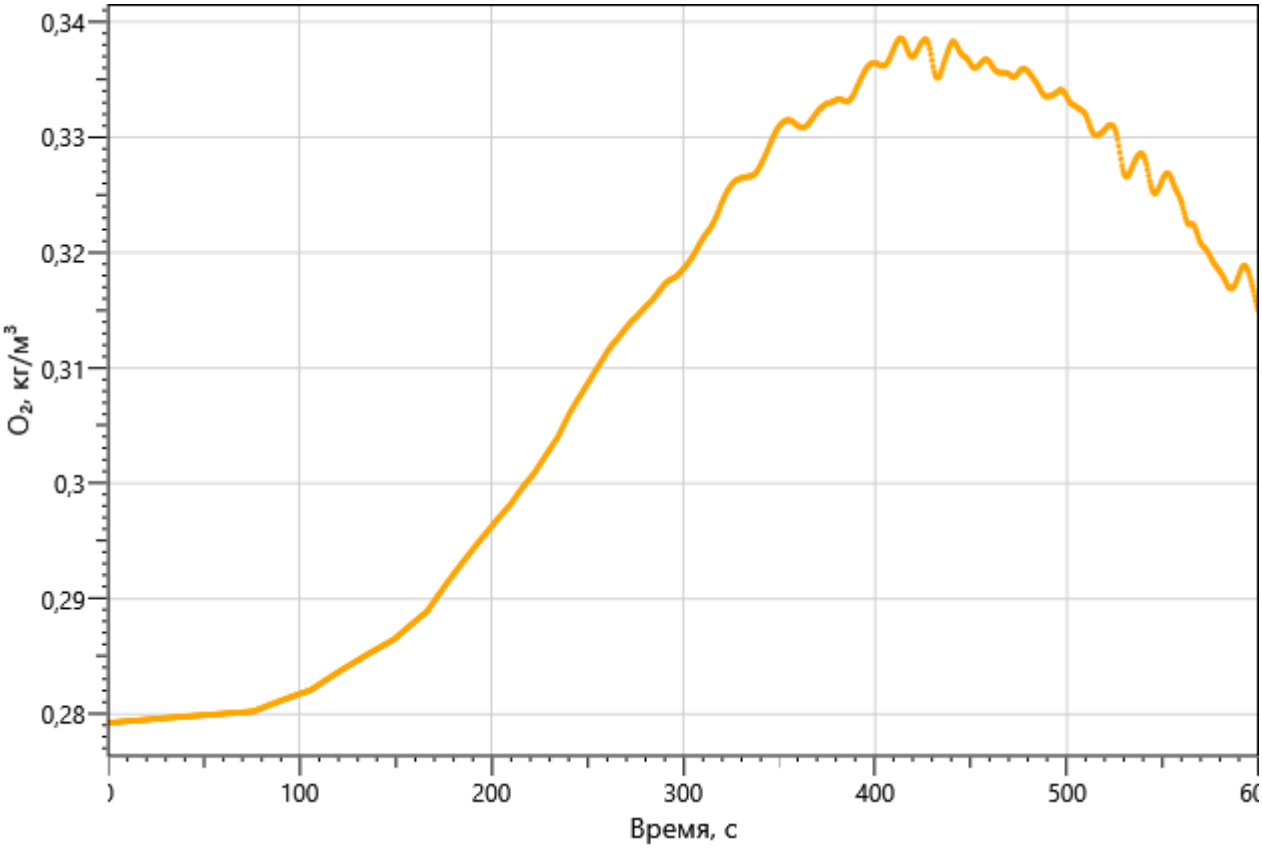


Рисунок 32 - Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

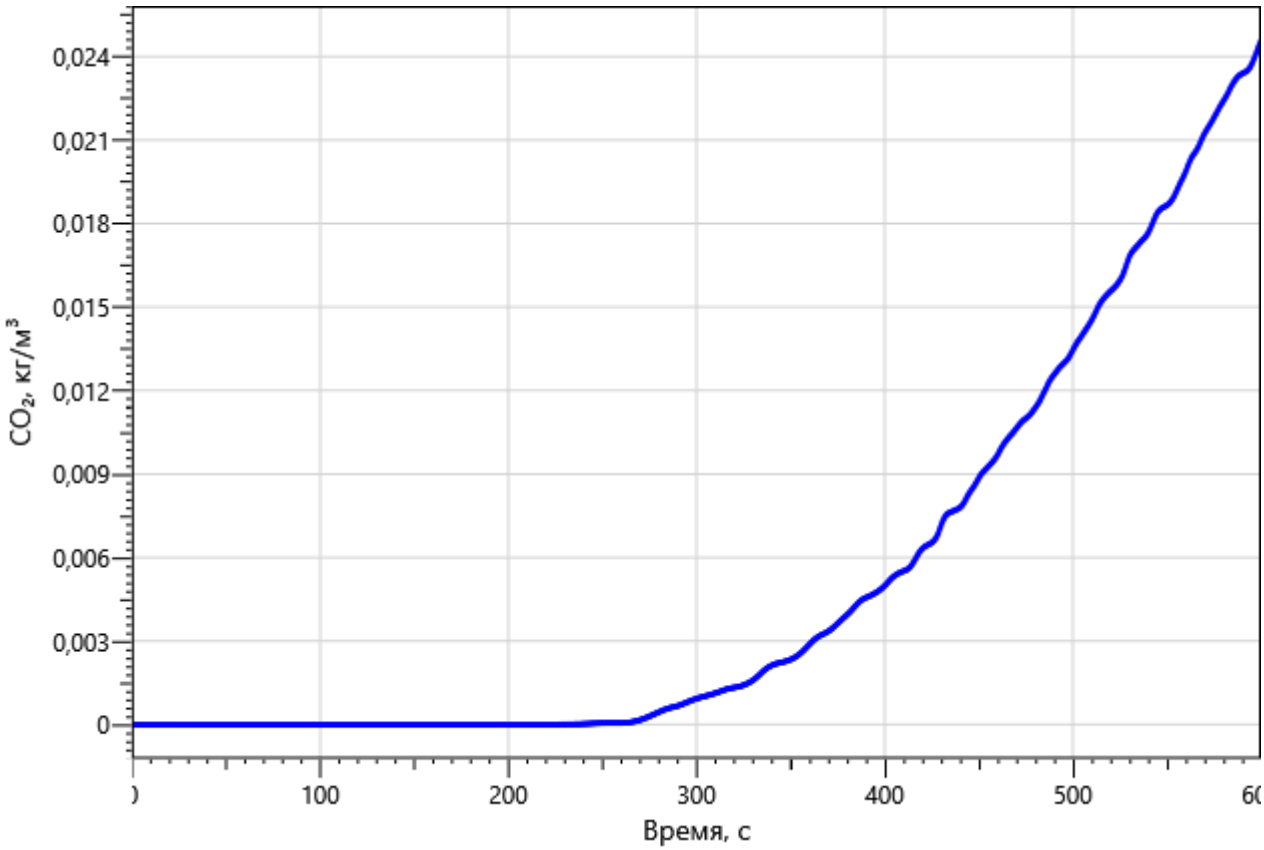


Рисунок 33 - Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

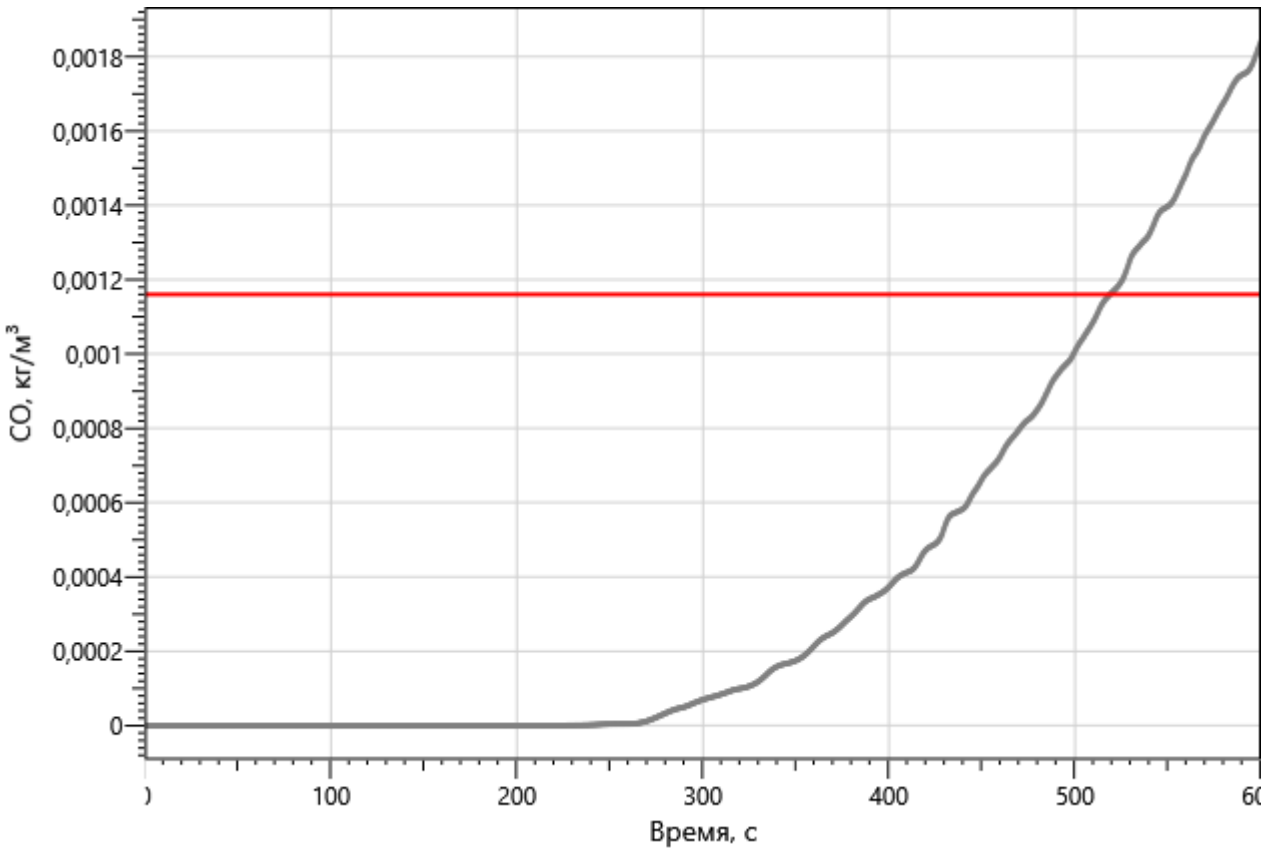


Рисунок 34 - Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

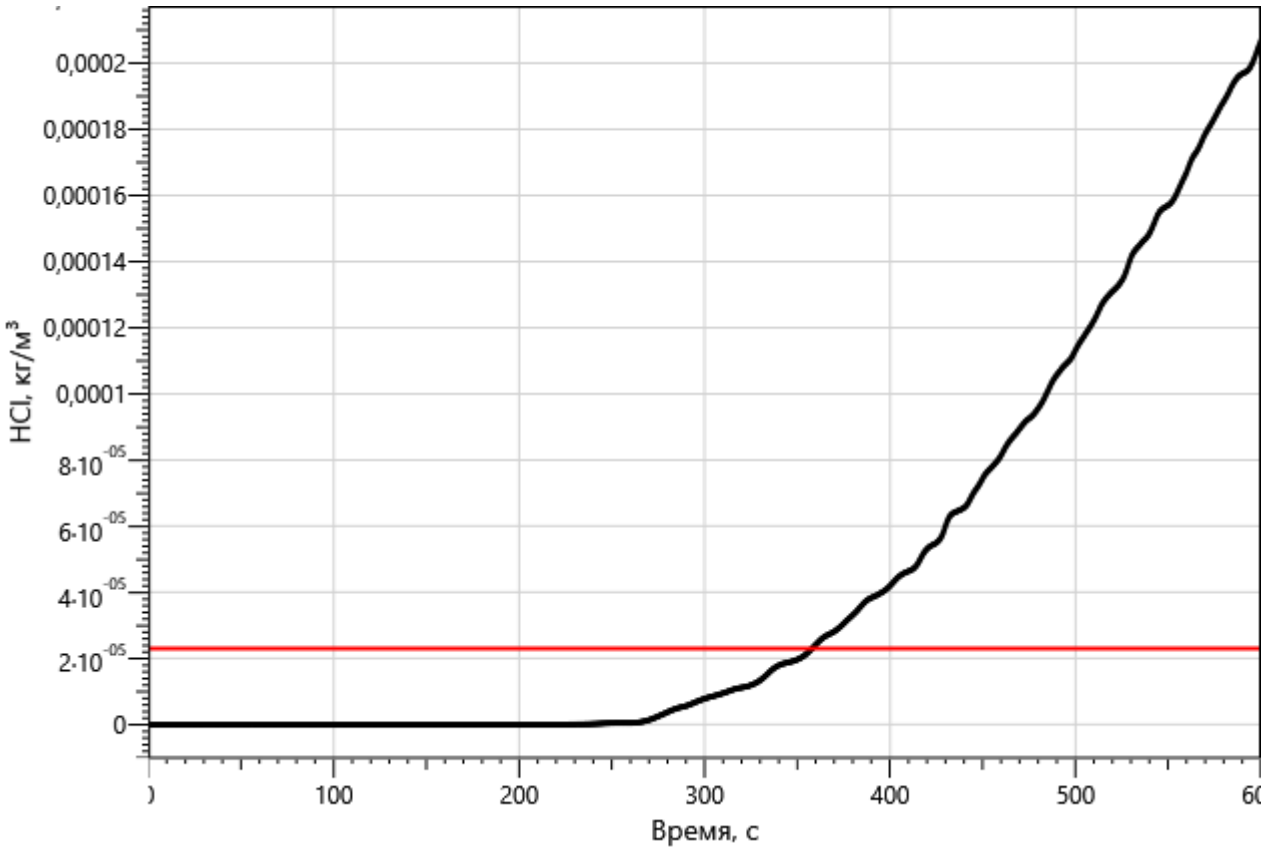


Рисунок 35 - Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

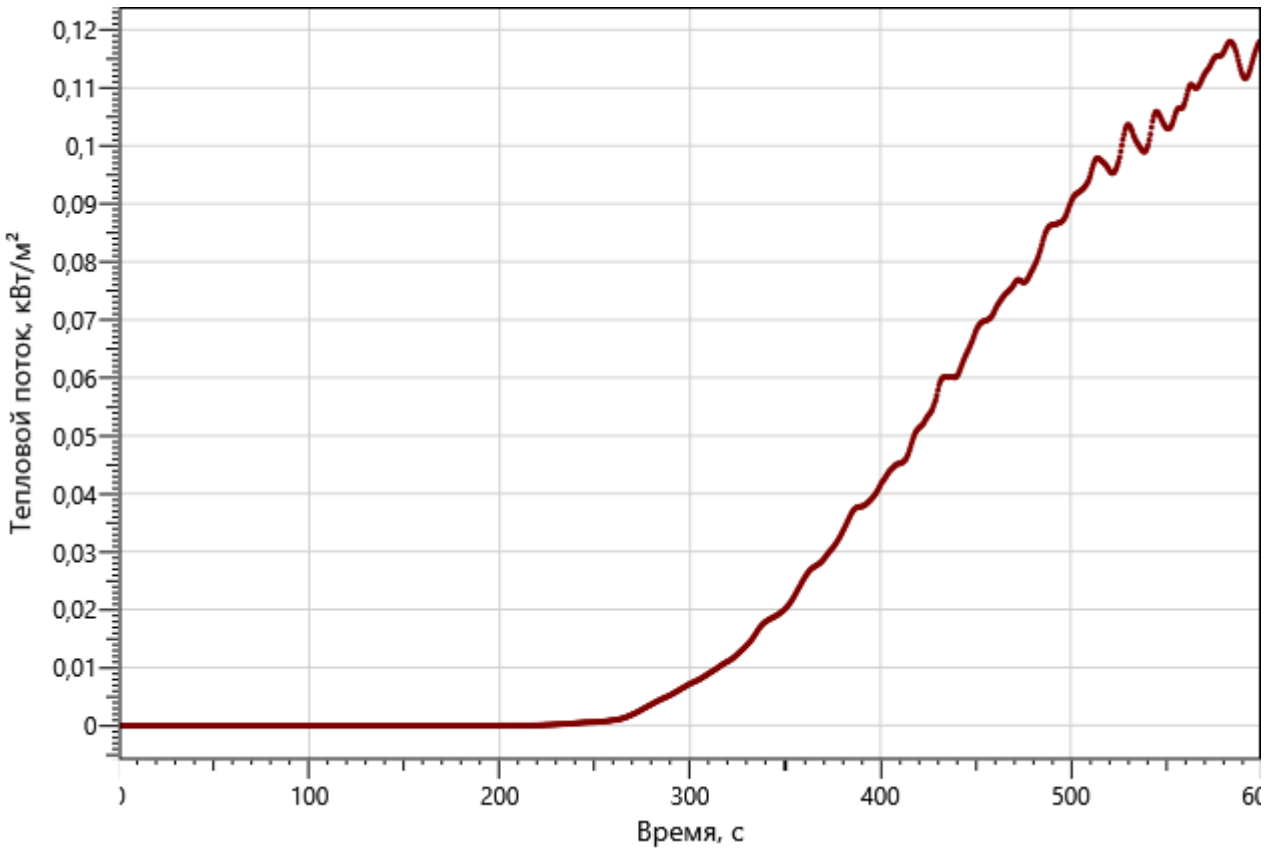


Рисунок 36 - Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

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

Пожар происходит в помещении подземной автостоянки на минус 1-м этаже в пожарном отсеке ПО№6. ОФП распространяются по помещению и за его пределы, при этом блокируют ближайший эвакуационный выход.

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

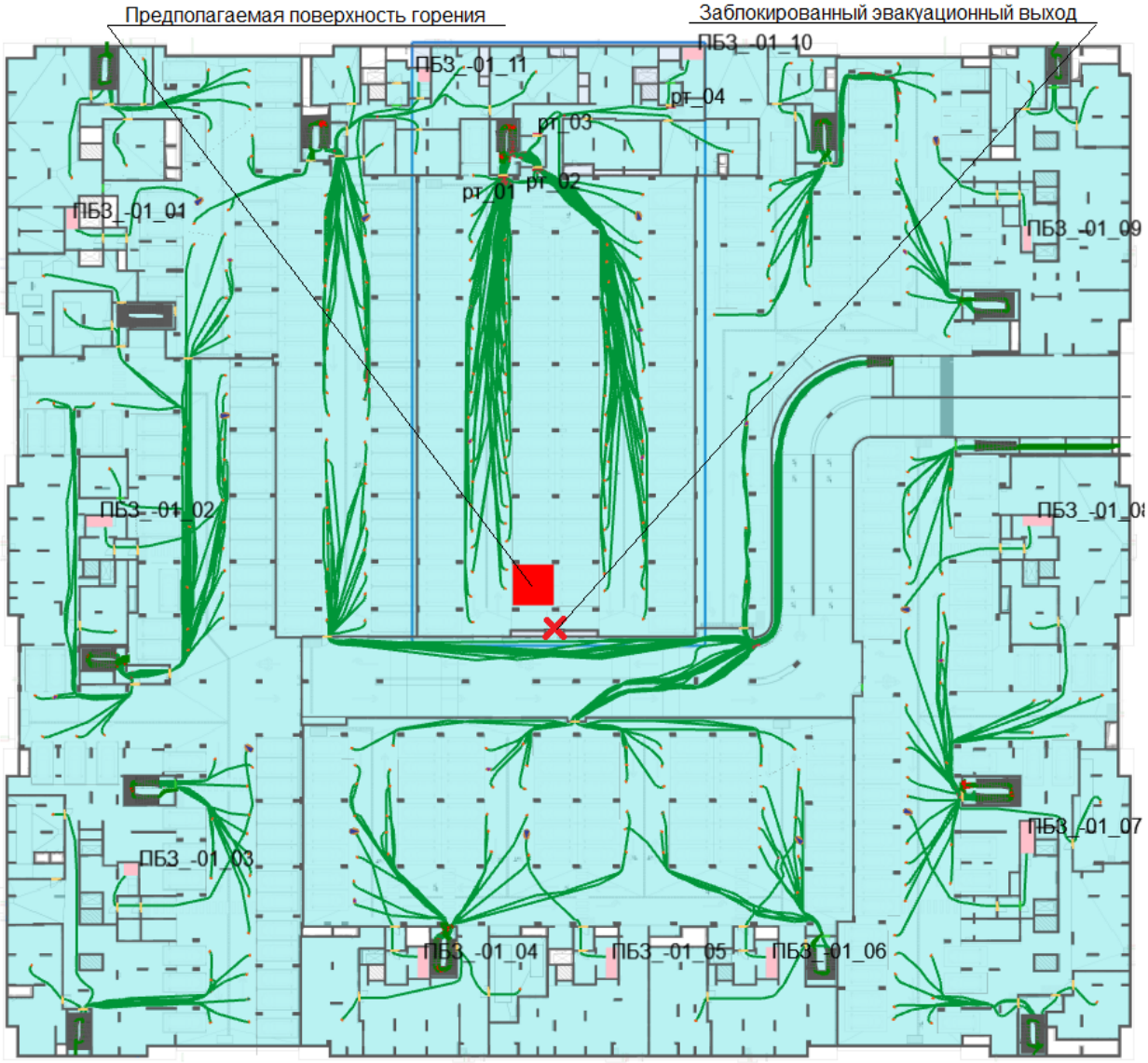


Рисунок 37 - План минус 1-го этажа и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации



Рисунок 38 - План 1-го этажа и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации

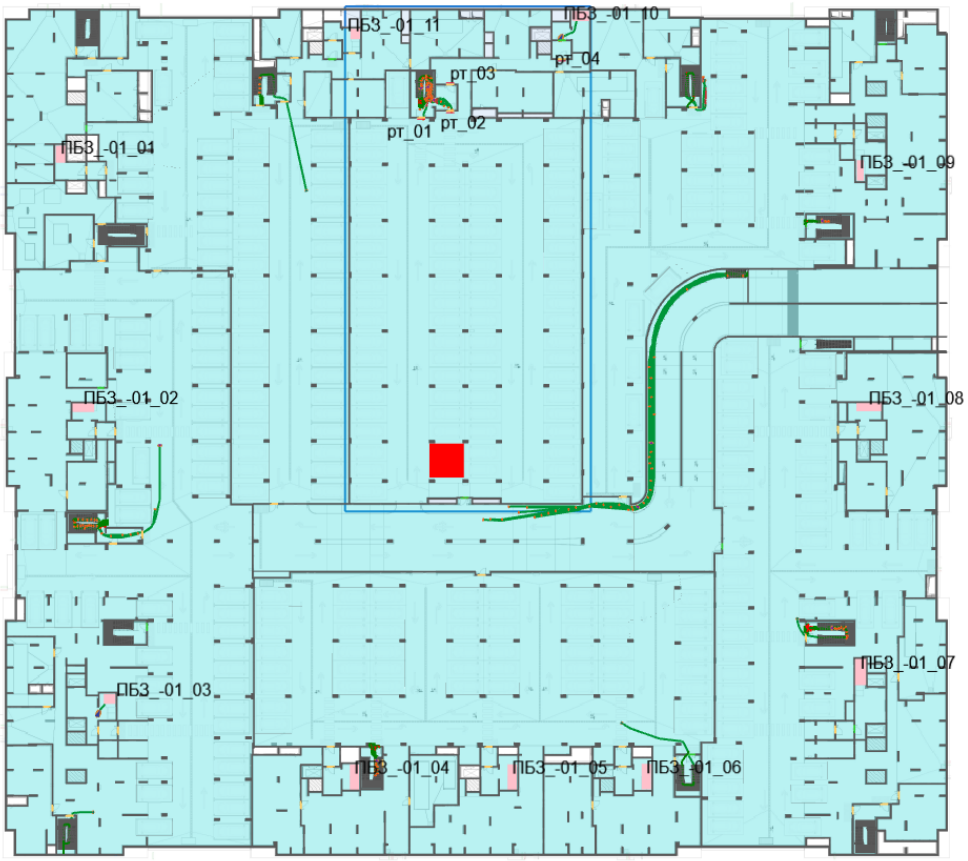


Рисунок 39 - План минус 1-го этажа и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации (расположение людей на момент полной эвакуации людей из пожарного отсека с очагом пожара -1 мин. 3 сек.)

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: $t_{НЭ}$ = 25,1 с

Время эвакуации: $t_Э = t_{НЭ} + t_Р$ = 122,6 с

Время существования скоплений: $t_{СК}$ = 11,6 с

Общее количество людей: 338

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

Для ПО№1-6 (подземная автостоянка):

– на минус 1-м этаже: 311 взрослых человек в зимней одежде, 6 человек гр. М2, 10 человек гр. М3, 11 человек гр. М4;

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

Время эвакуации до эвакуационных выходов представлено в таблице ниже.

Таблица 17

Расположение	Наименование	Время первого,с	Время последнего,с	Количество людей
Минус 1-й этаж				
	ПБЗ_-01_01	50,8	50,8	1
	ПБЗ_-01_02	59,2	59,2	1
	ПБЗ_-01_03	65,6	65,6	1
	ПБЗ_-01_04	49,2	49,2	1
	ПБЗ_-01_05	50,6	50,6	1
	ПБЗ_-01_06	49,6	49,6	1
	ПБЗ_-01_07	57,4	57,4	1
	ПБЗ_-01_08	51,2	51,2	1
	ПБЗ_-01_09	48,6	48,6	1
	ПБЗ_-01_10	67,8	67,8	1
	ПБЗ_-01_11	52,6	52,6	1
Этаж 1				
	Выход 30	51,2	58,0	8
	Выход 31	не используется	не используется	0
	Выход 32	47,0	103,0	38
	Выход 33	46,2	55,8	12
	Выход 34	47,6	107,0	9
	Выход 35	48,4	78,6	20
	Выход 36	44,8	118,8	15
	Выход 37	48,8	57,0	8
	Выход 38	45,6	107,2	27
	Выход 39	47,8	57,4	11
	Выход 40	64,8	121,8	40
	Выход 41	45,8	77,8	10
	Выход 42	48,4	49,2	2
	Выход 43	44,2	110,2	21
	Выход 44	38,0	107,4	76
	Выход 45	43,8	122,6	30

Время эвакуации через регистраторы представлено в таблице ниже.

Таблица 18

Расположение	Наименование	Время первого,с	Время последнего,с	Количество людей
Минус 1-й этаж				
Помещение 1	рт_01	27,2	63,8	42
	рт_02	32,8	63,8	32
	рт_03	38,6	48,6	2
	рт_04	60,4	60,4	1

Вероятность эвакуации представлена в таблице ниже.

Таблица 19

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, $P_э$
Минус 1-й этаж						
Помещение 1	рт_01	153,0	122,4	25,1	63,8	0,999
	рт_02	158,4	126,7	25,1	63,8	0,999
	рт_03	201,6	161,3	25,1	48,6	0,999
	рт_04	276,0	220,8	25,1	60,4	0,999

Результаты проведенных расчетов показывают, что максимальное расчетное время эвакуации из пожарного отсека с очагом пожара составит 1,06 мин. Время выхода из здания составляет 2,04 мин (Выход 45).

Максимальное время движения при плотности потока D больше 0,5 $м^2/м^2$ составляет 0,19 мин.

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

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

Таблица 20

Расчетная точка	Время начала эвакуации $t_{нэ}$, мин	Расчетное время эвакуации ($t_р$+ $t_{нэ}$), мин	Время блокирования путей эвакуации $t_{бл}$, мин (с учётом коэф. 0,8)	Вероятность эвакуации	Вывод
Сценарий №1					
рт_01	0,42	1,06	2,04	0,999	**Безопасно**
рт_02	0,42	1,06	2,11	0,999	**Безопасно**
рт_03	0,42	0,81	2,69	0,999	**Безопасно**
рт_04	0,42	1,01	3,68	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 $4,00 \cdot 10^{-2}$.

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

Вероятность эвакуации $Р_Э$ рассчитывают по зависимости:

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

и равна $P_Э = 0{,}999$.

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

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

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

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

Таблица 21

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

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

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

Вывод: так как расчетная величина индивидуального пожарного риска для людей, находящихся в помещениях подземной автостоянки $Q_В = 0{,}52 \cdot 10^{-6}$ менее нормативного значения индивидуального пожарного риска ($Q_{ВН}=10^{-6}$), то расчетная величина индивидуального пожарного риска при возможном пожаре соответствует требуемому значению.

5.2 Сценарий №2 (жилье корпус 20.1)

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

Пожар происходит в жилом помещении на 25-м этаже. ОФП распространяются по помещению и за его пределы, при этом блокируют ближайший эвакуационный выход, ведущий на лестничную клетку.

При расчете опасных факторов пожара учитывалась работа систем противодымной вентиляции:

- расход противодымной вентиляции составляет 13650 м^3/час (ВД1.1.2);
- расход приточной вентиляции составляет 7000 м^3/час (ПД1.1.2).

Дверь помещения очага пожара принималась открытой. Размер ячейки области расчета, используемой в сценарии равен 0,25м. Высота этажа пожара (от пола до потолка) и помещения очага пожара равна 2,70 м.

Параметры окружающей среды:

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

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

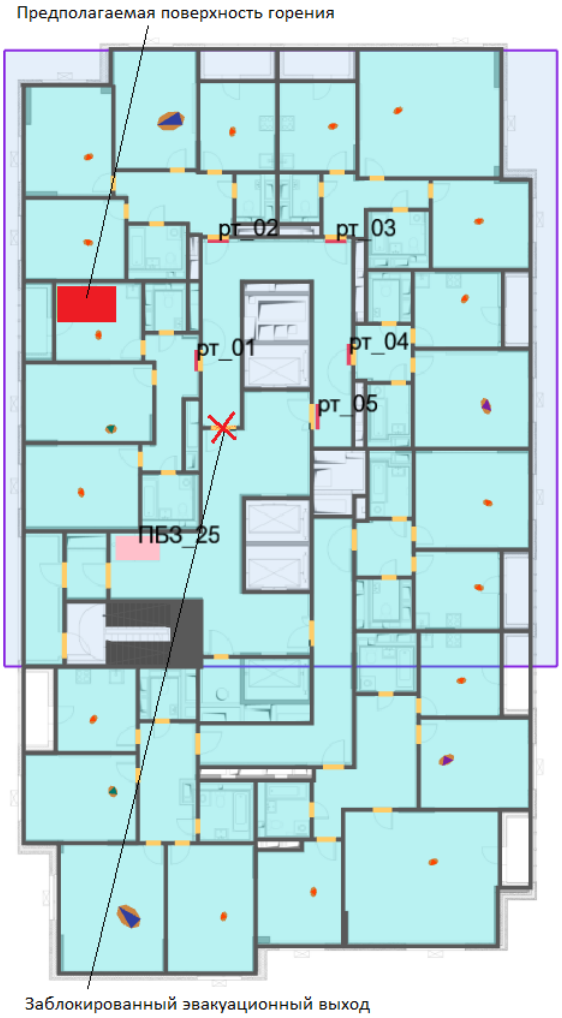


Рисунок 40 - Компьютерная модель 25-го этажа с предполагаемой поверхностью горения и нанесенными расчётными точками

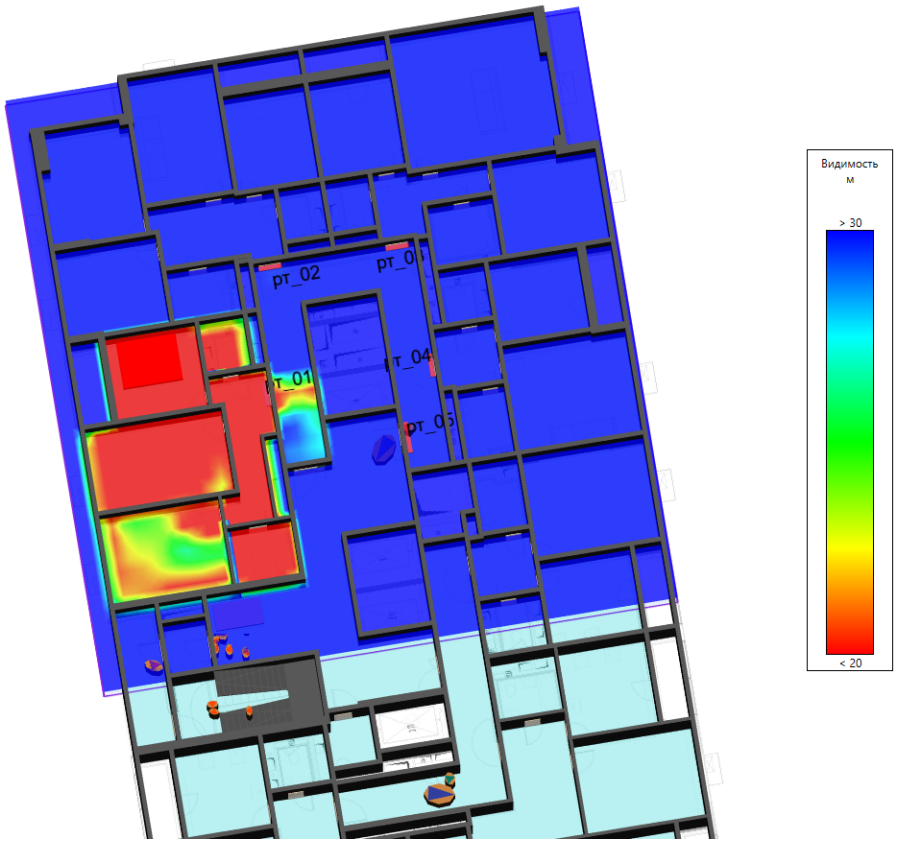


Рисунок 41 – Компьютерная 3D модель 25-го этажа с предполагаемой поверхностью горения и нанесенными расчётными точками (плотность дыма на момент полной эвакуации людей с этажа пожара – 6 мин. 19 сек.)

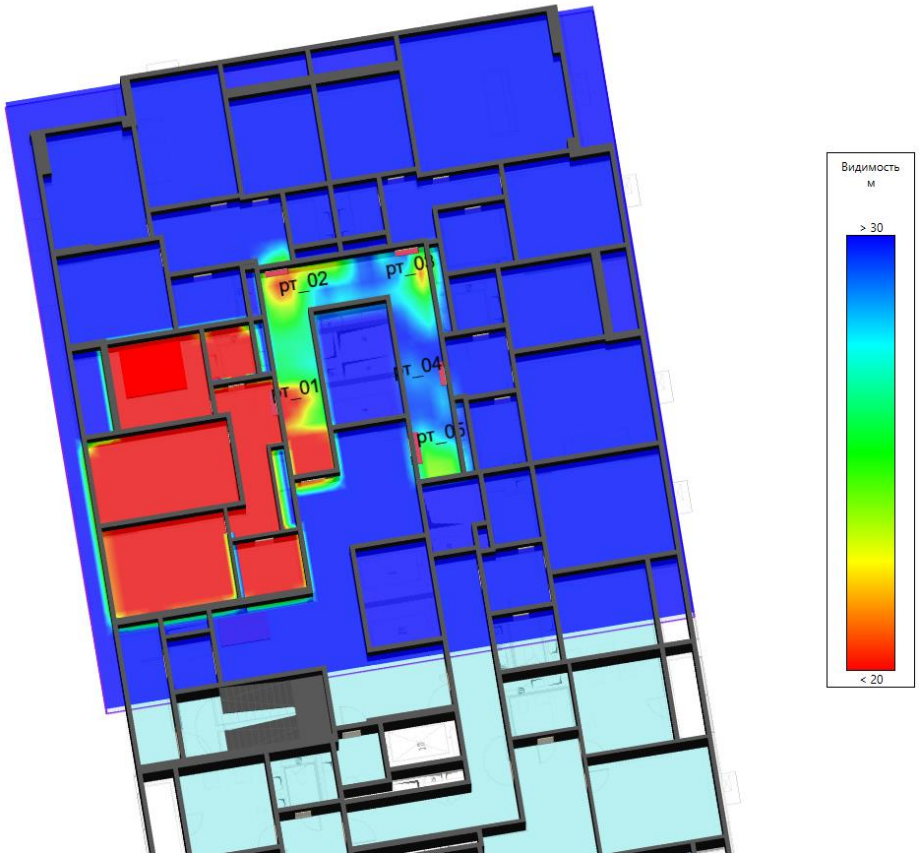


Рисунок 42 – Компьютерная 3D модель 25-го этажа с предполагаемой поверхностью горения и нанесенными расчётными точками (плотность дыма на момент наступления ОФП до рт_02 – 8 мин. 31 сек.)

$R_n = V_л \cdot t_{св}$ - 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 очага пожара 6,32 мин, принимаем время свободного горения с учетом коэффициента запаса 7,9 мин.

$$R_n = 0{,}0045 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 379{,}2 \text{ сек.} \cdot 1{,}25 = 2{,}13 \text{м}$$

$$S = 3{,}14 \cdot 2{,}13^2 = 14{,}24 \text{ м}^2$$

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

Таблица 22

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 23

Расположение	Наименование	Время блокирования по каждому ОФП, с						
		Температура	Видимость	O_2	CO_2	CO	HCl	Тепловой поток
Этаж 25								
Помещение 1197	рт_01	>600	162,7	>600	>600	>600	285,7	>600
Помещение 1218	рт_02	>600	511,3	>600	>600	>600	>600	>600
	рт_03	>600	456,7	>600	>600	>600	>600	>600
	рт_05	>600	568,2	>600	>600	>600	>600	>600

Ниже представлены графики изменения опасных факторов пожара для регистраторов:

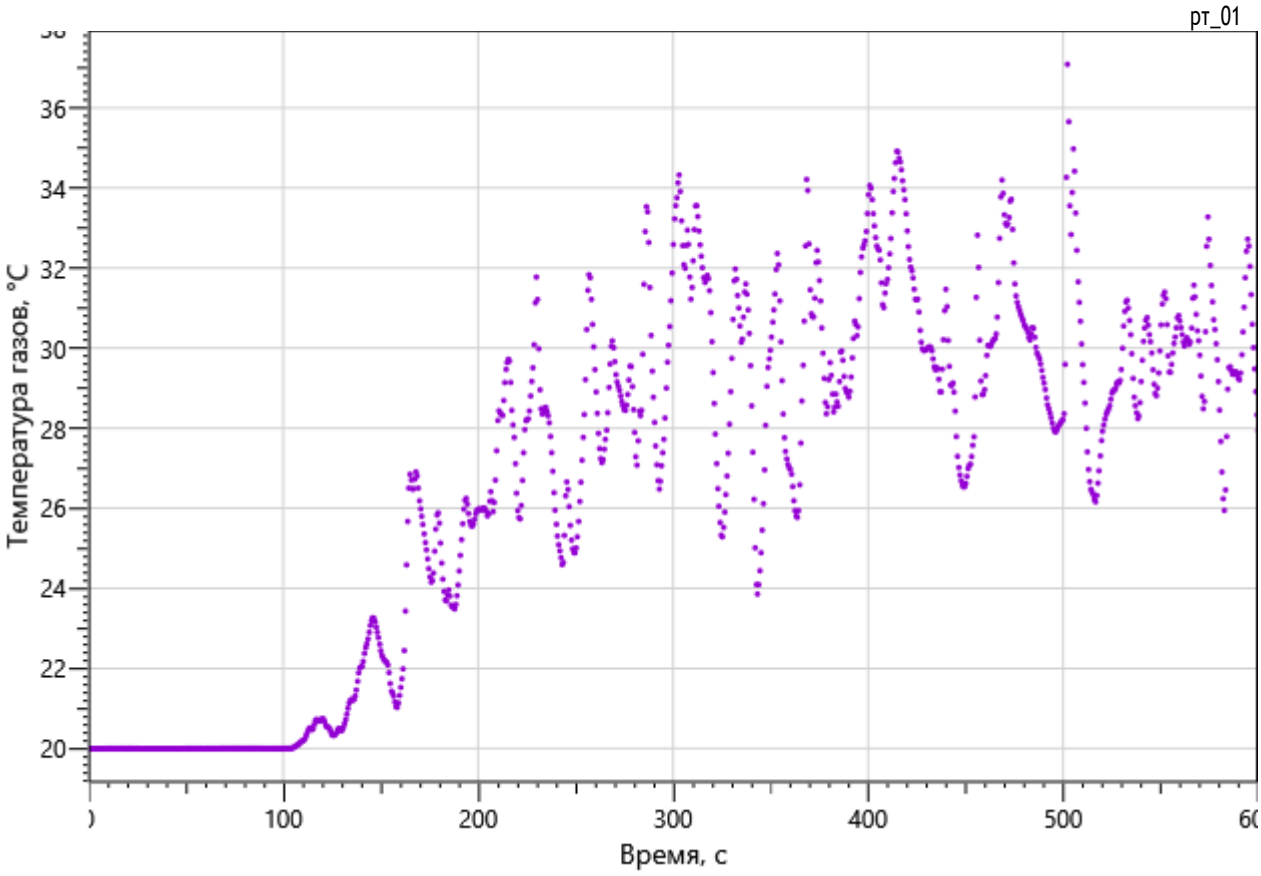


Рисунок 43 - Зависимость температуры от длительности пожара

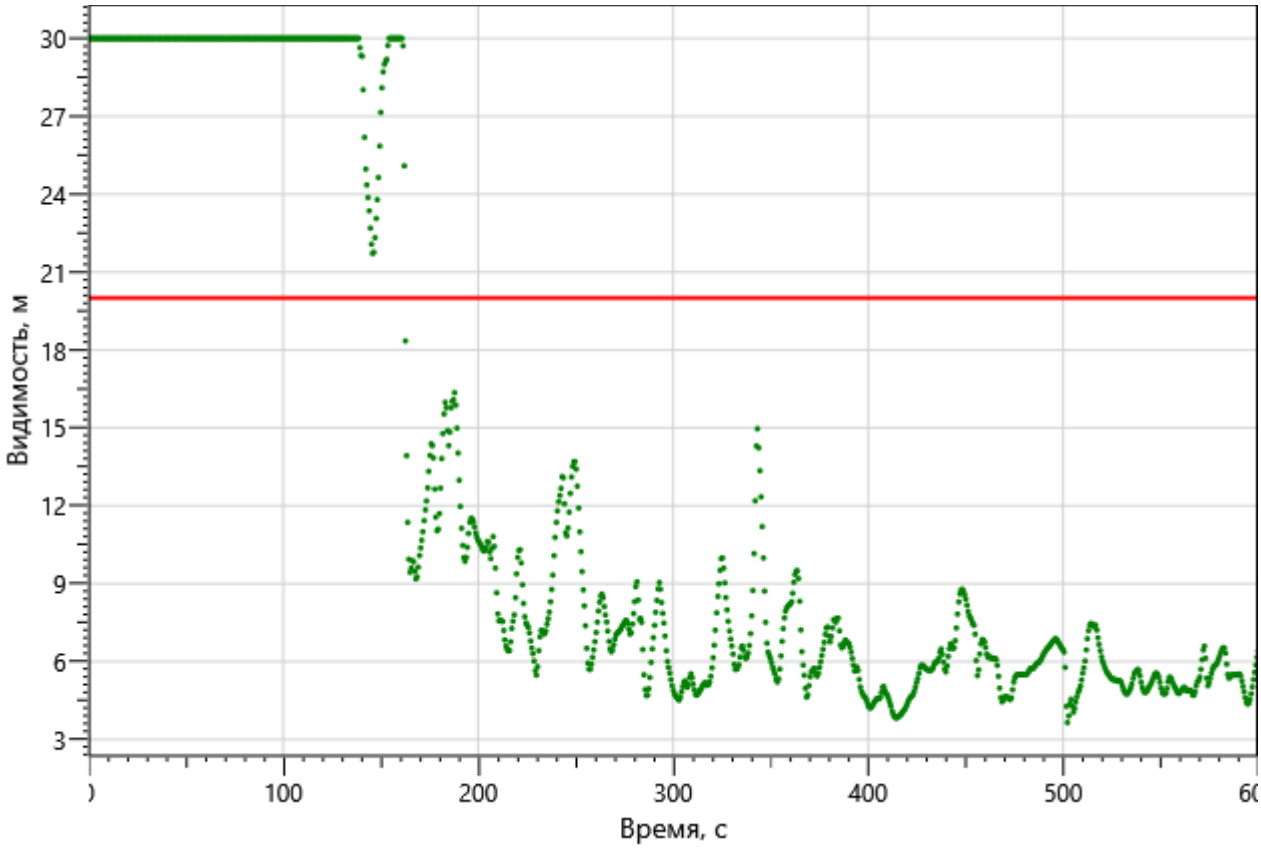


Рисунок 44 - Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

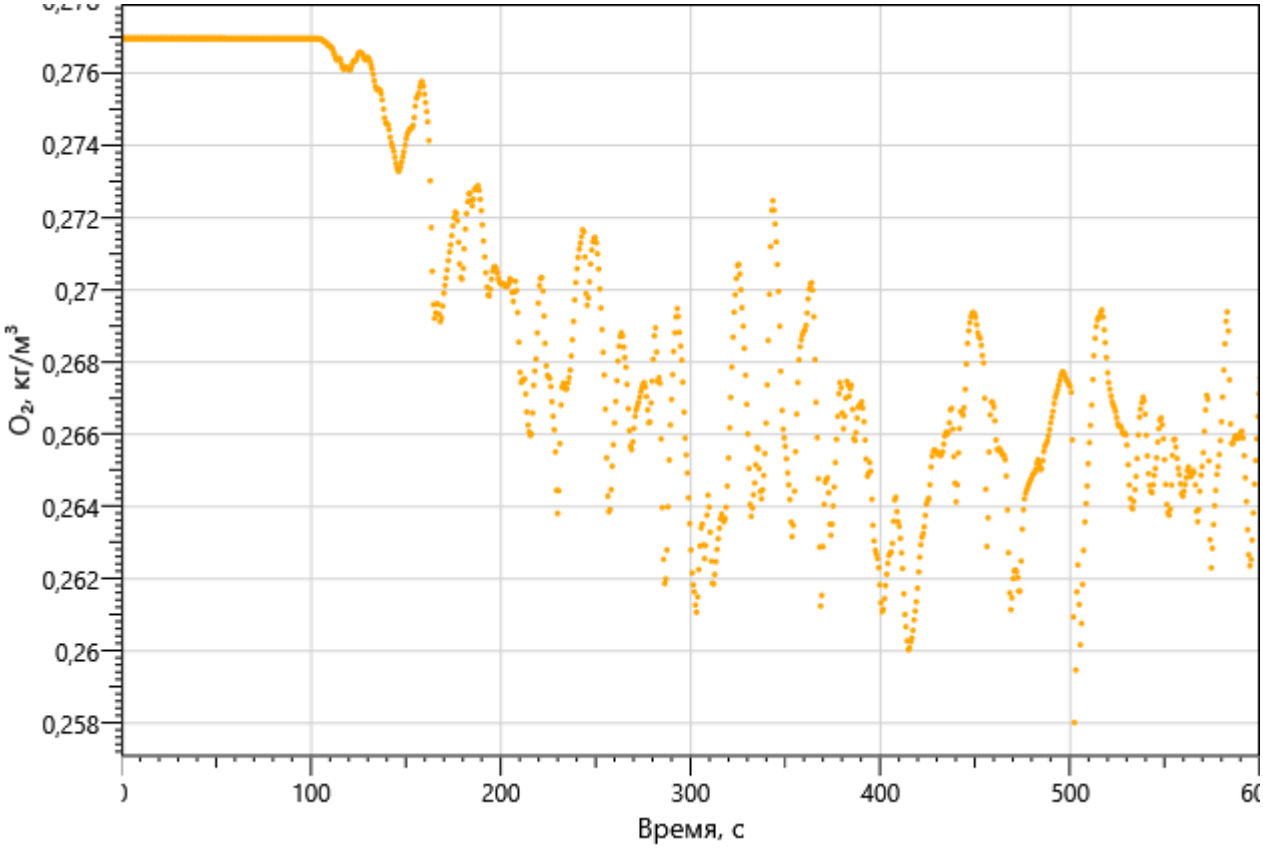


Рисунок 45 - Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

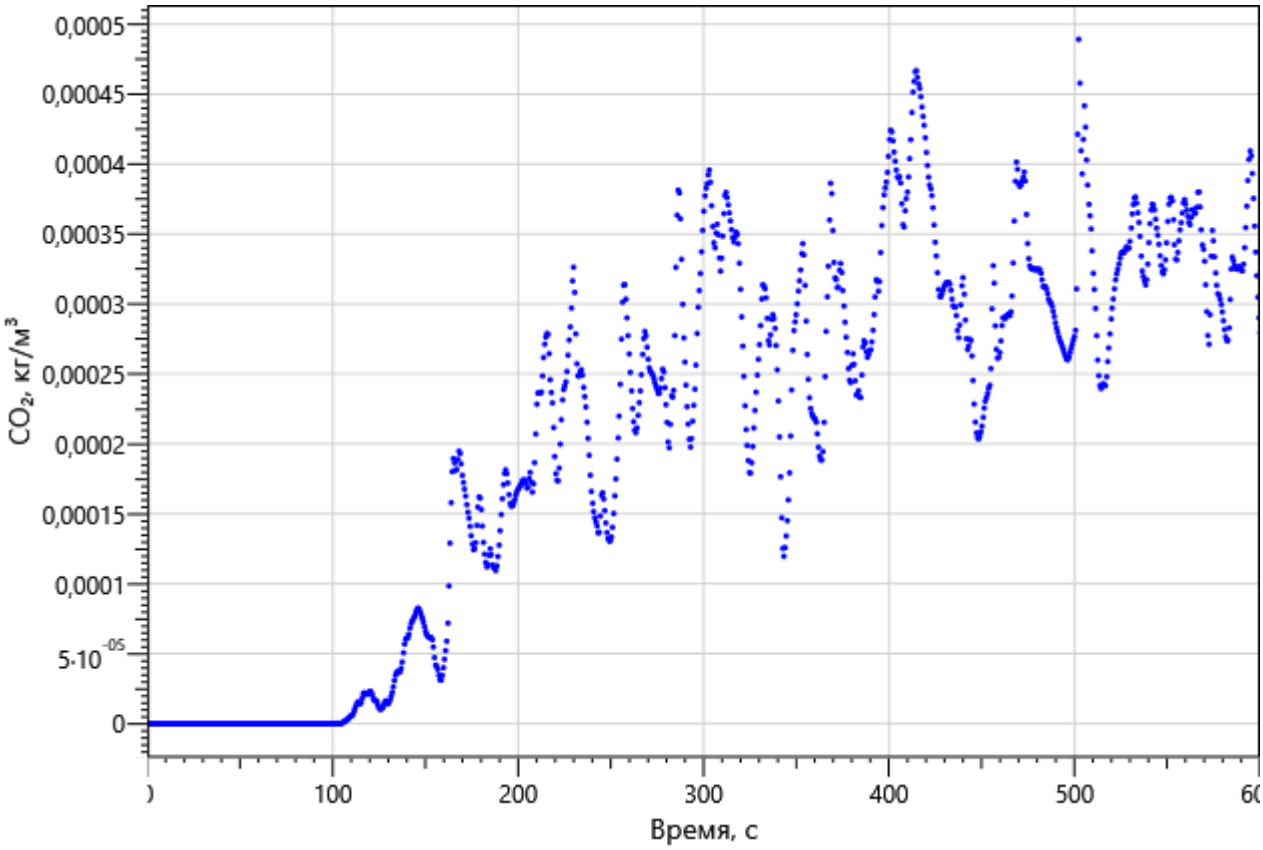


Рисунок 46 - Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

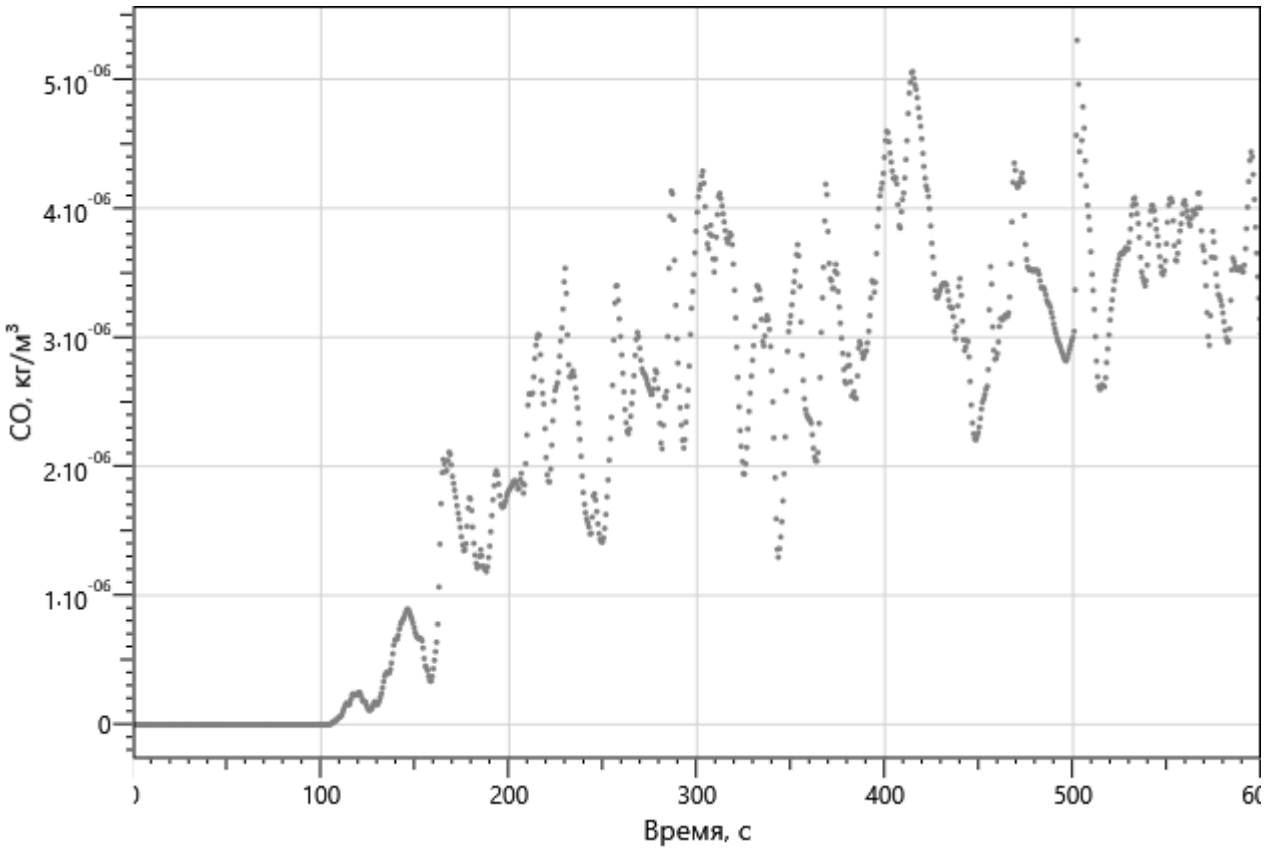


Рисунок 47 - Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

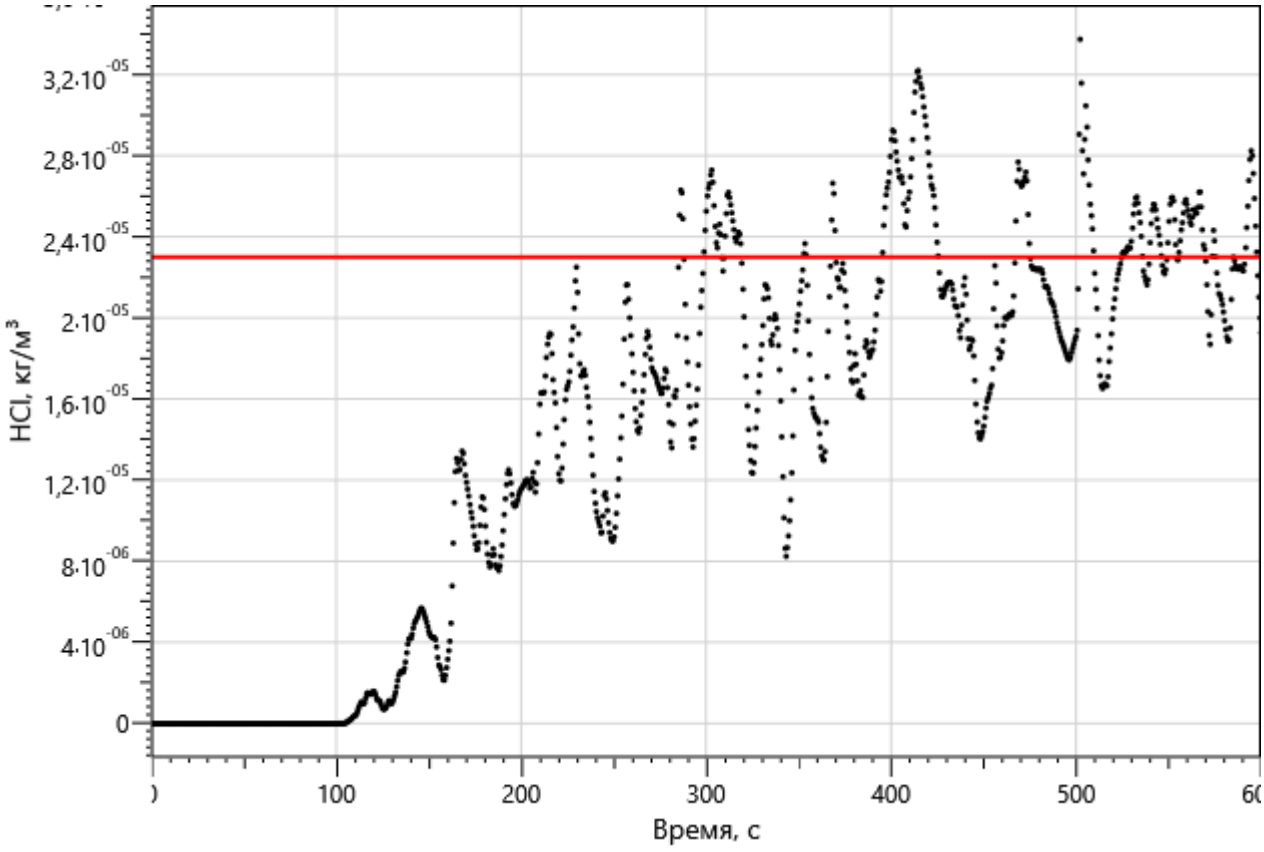


Рисунок 48 - Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

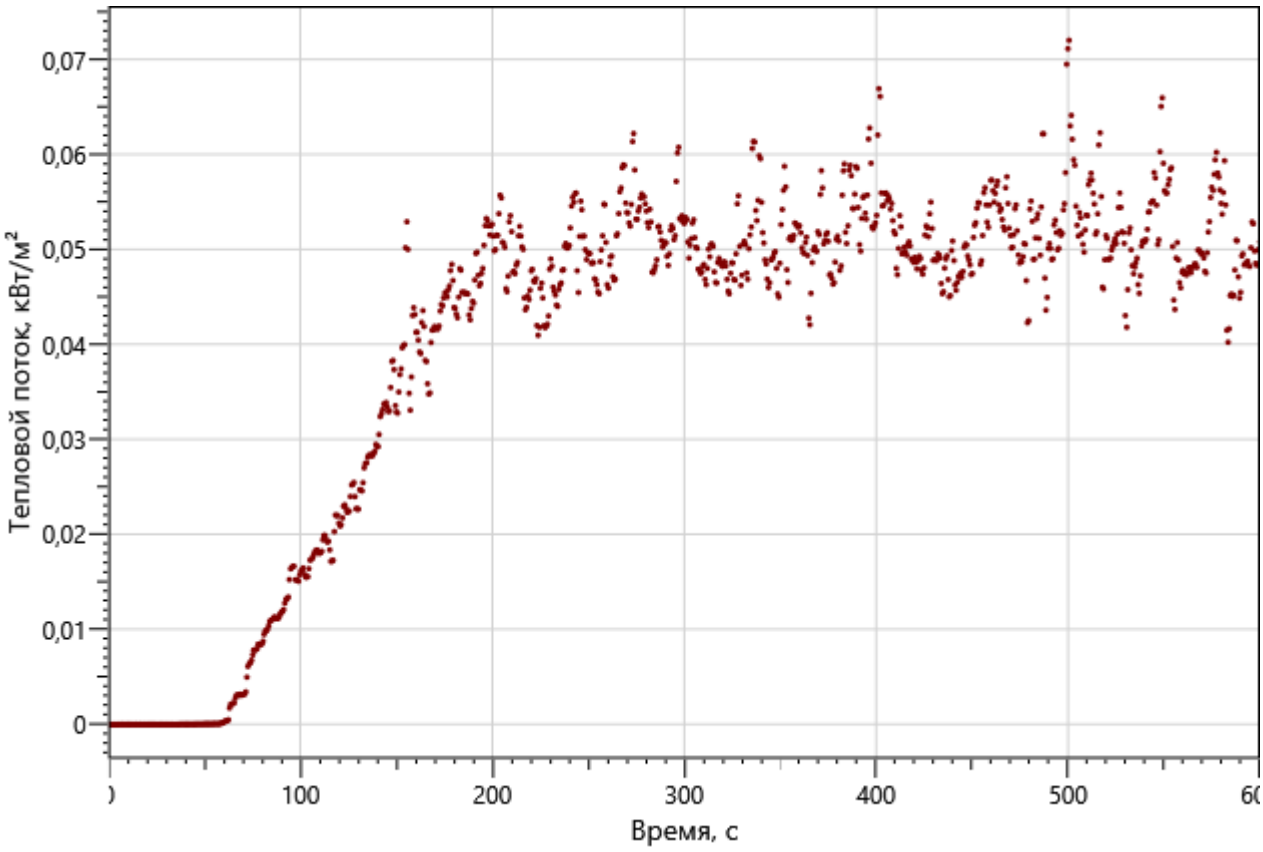


Рисунок 49 - Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

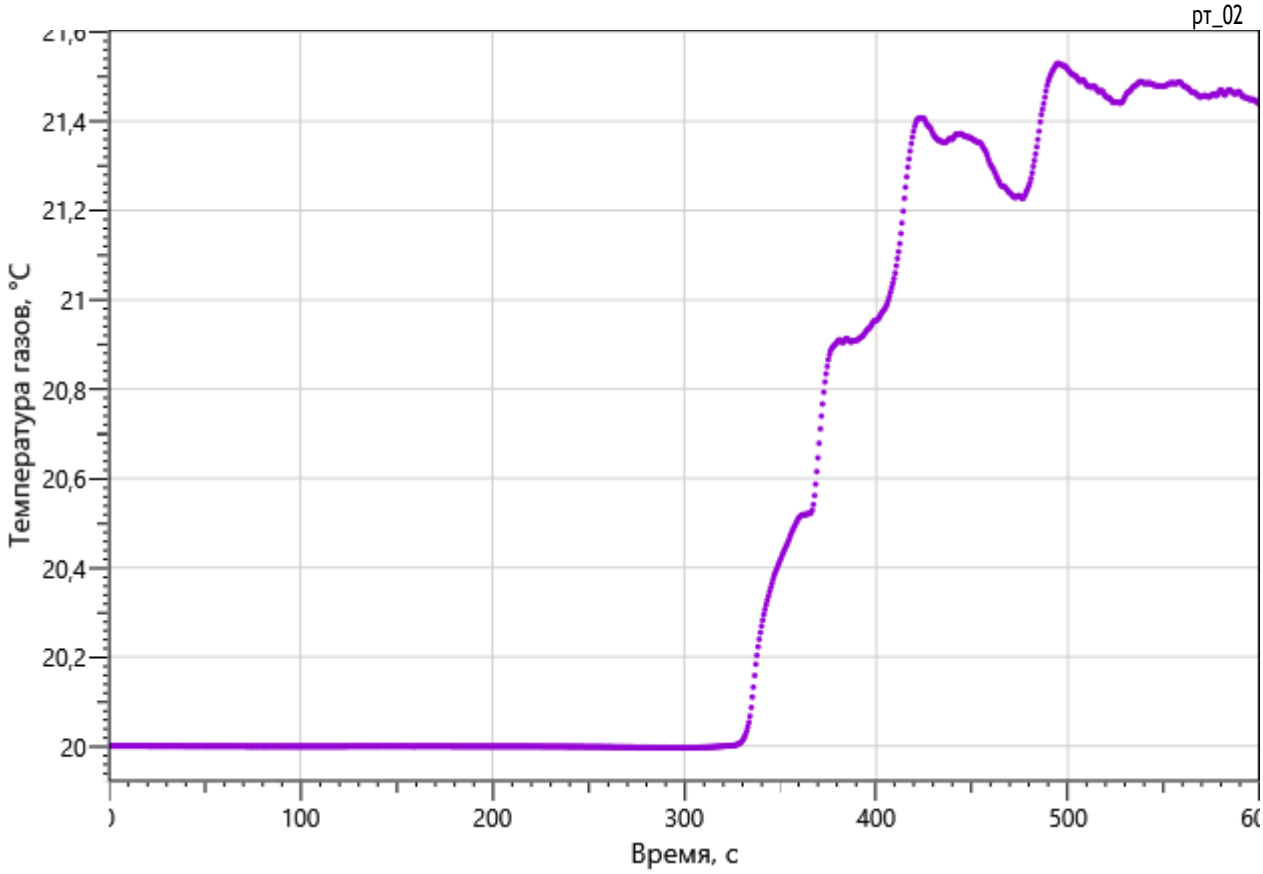


Рисунок 50 - Зависимость температуры от длительности пожара

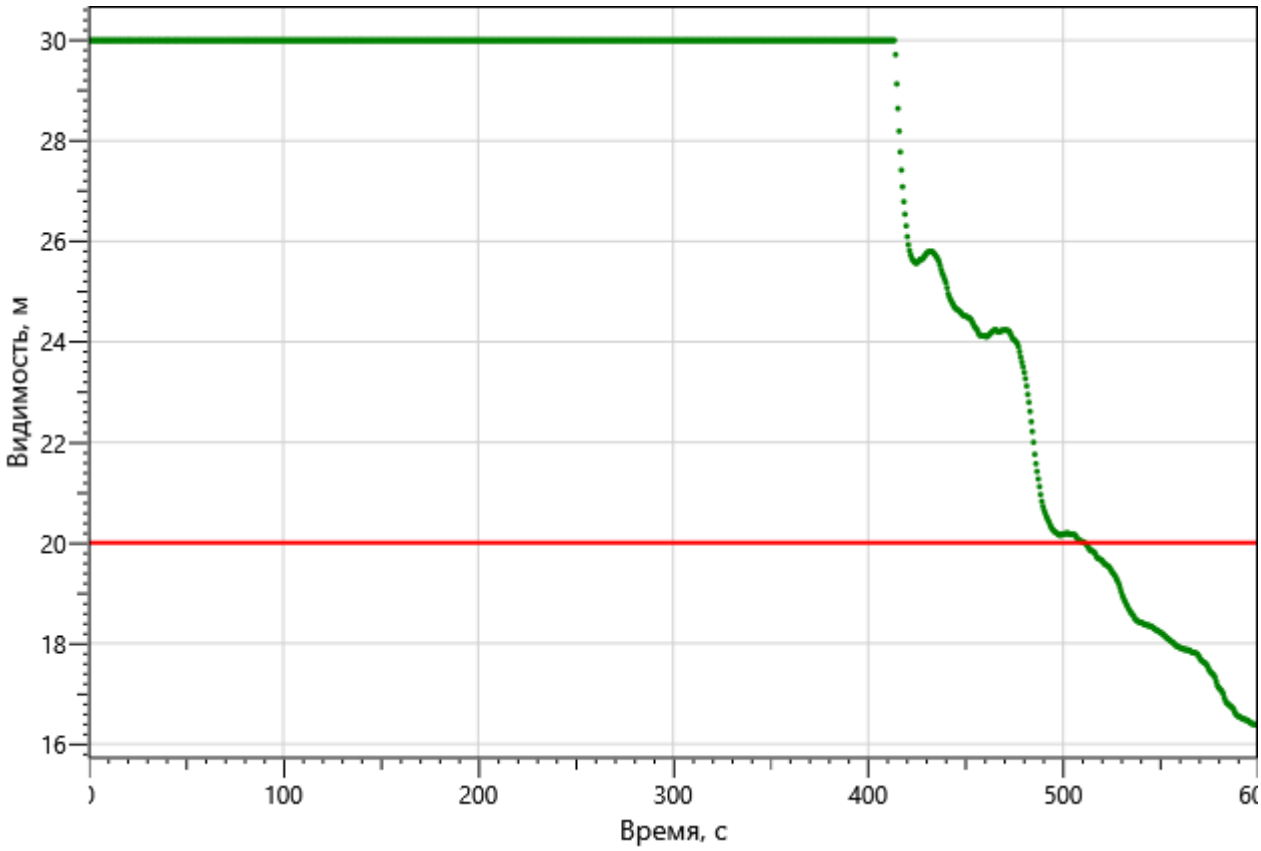


Рисунок 51 - Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

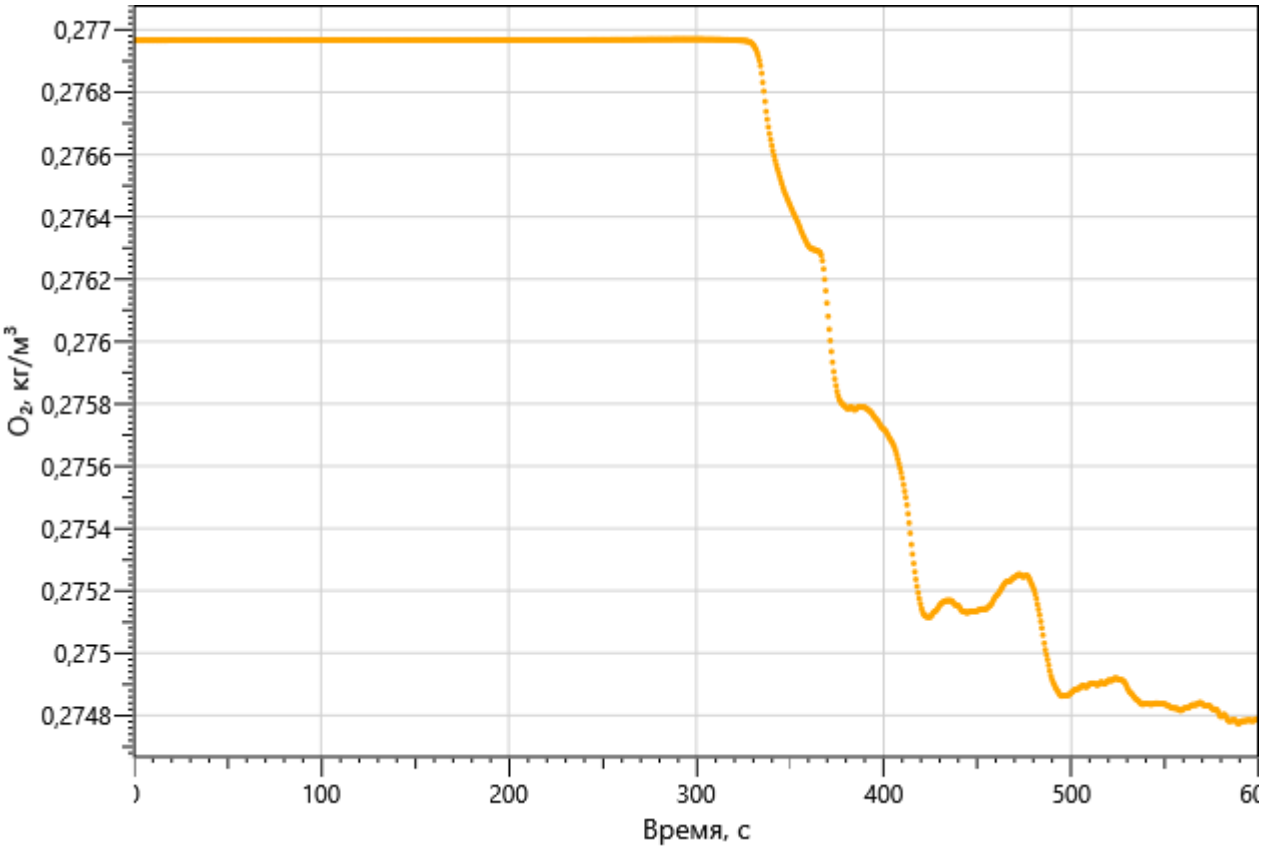


Рисунок 52 - Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

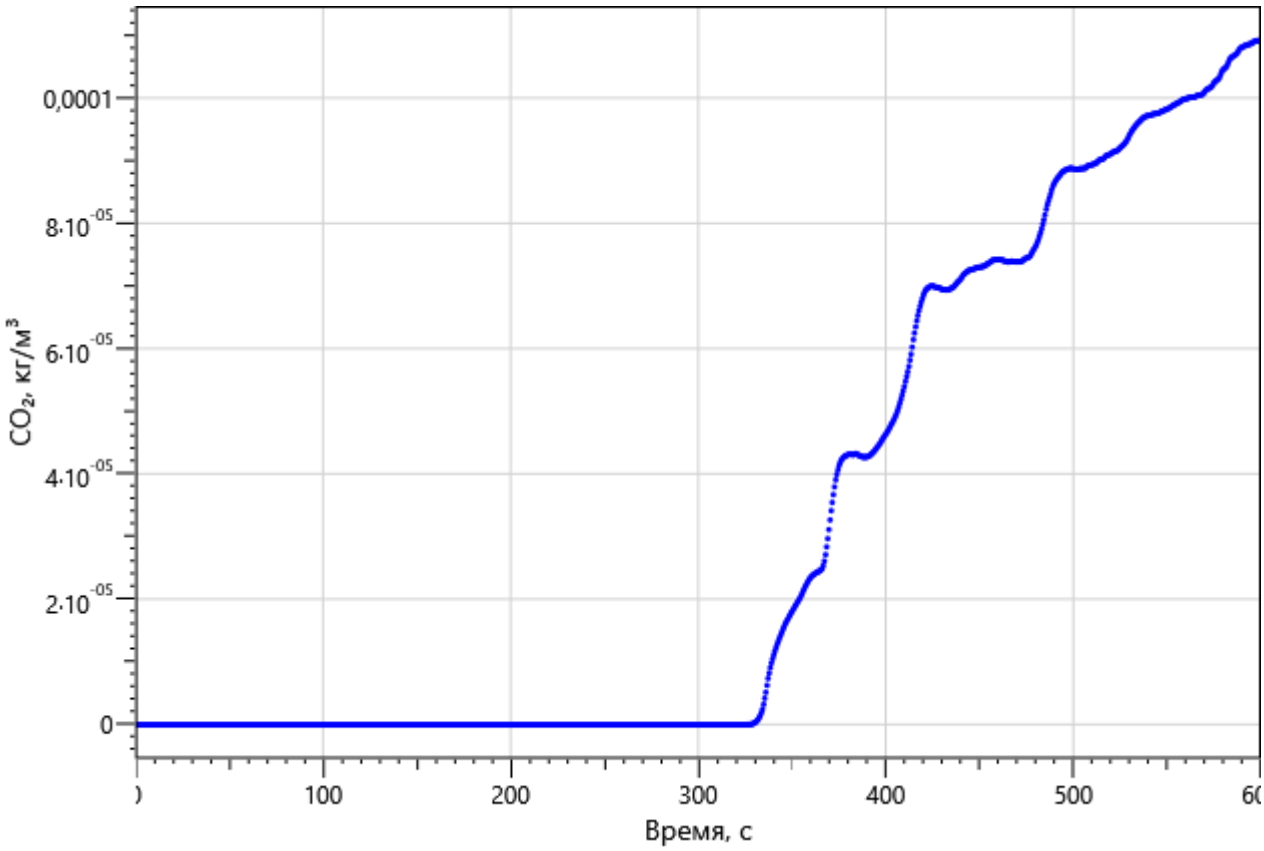


Рисунок 53 - Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

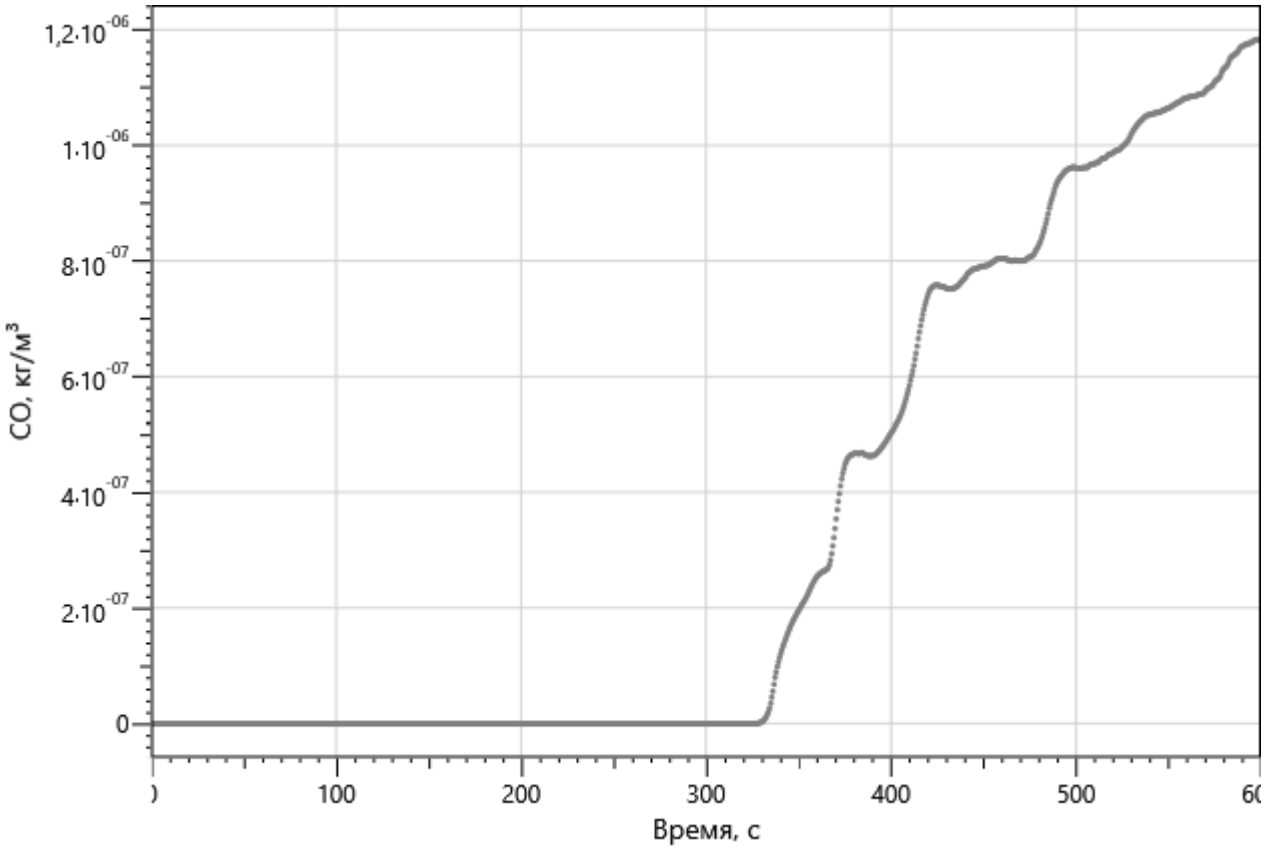


Рисунок 54 - Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

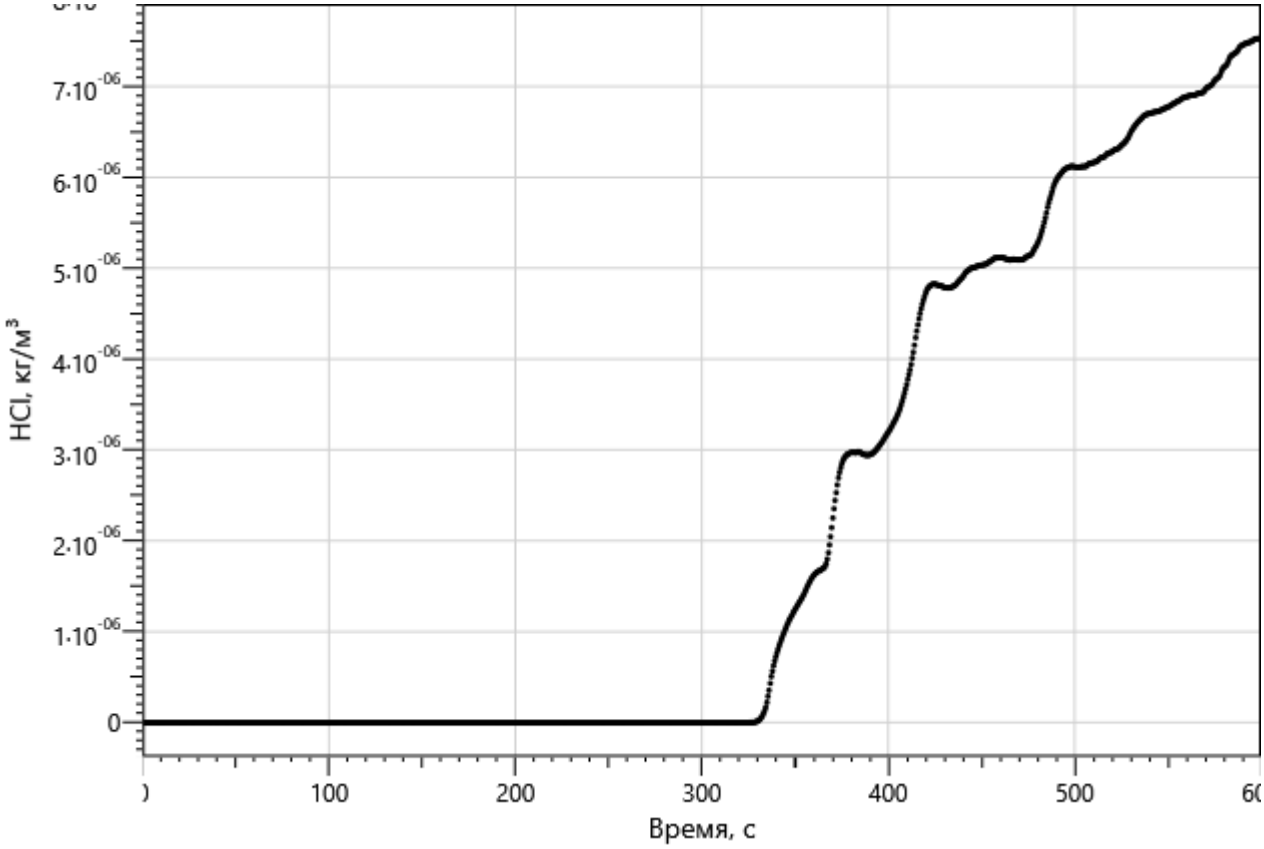


Рисунок 55 - Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

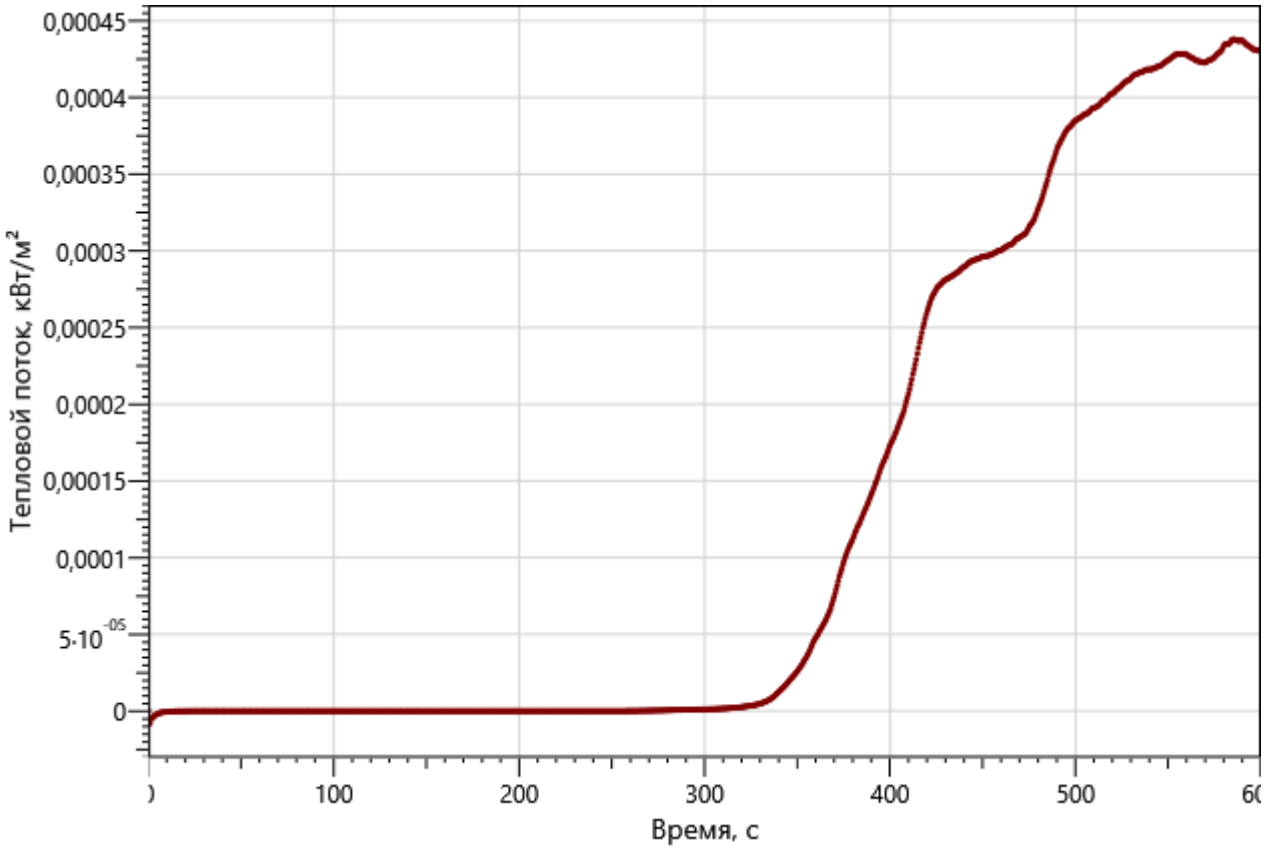


Рисунок 56 - Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

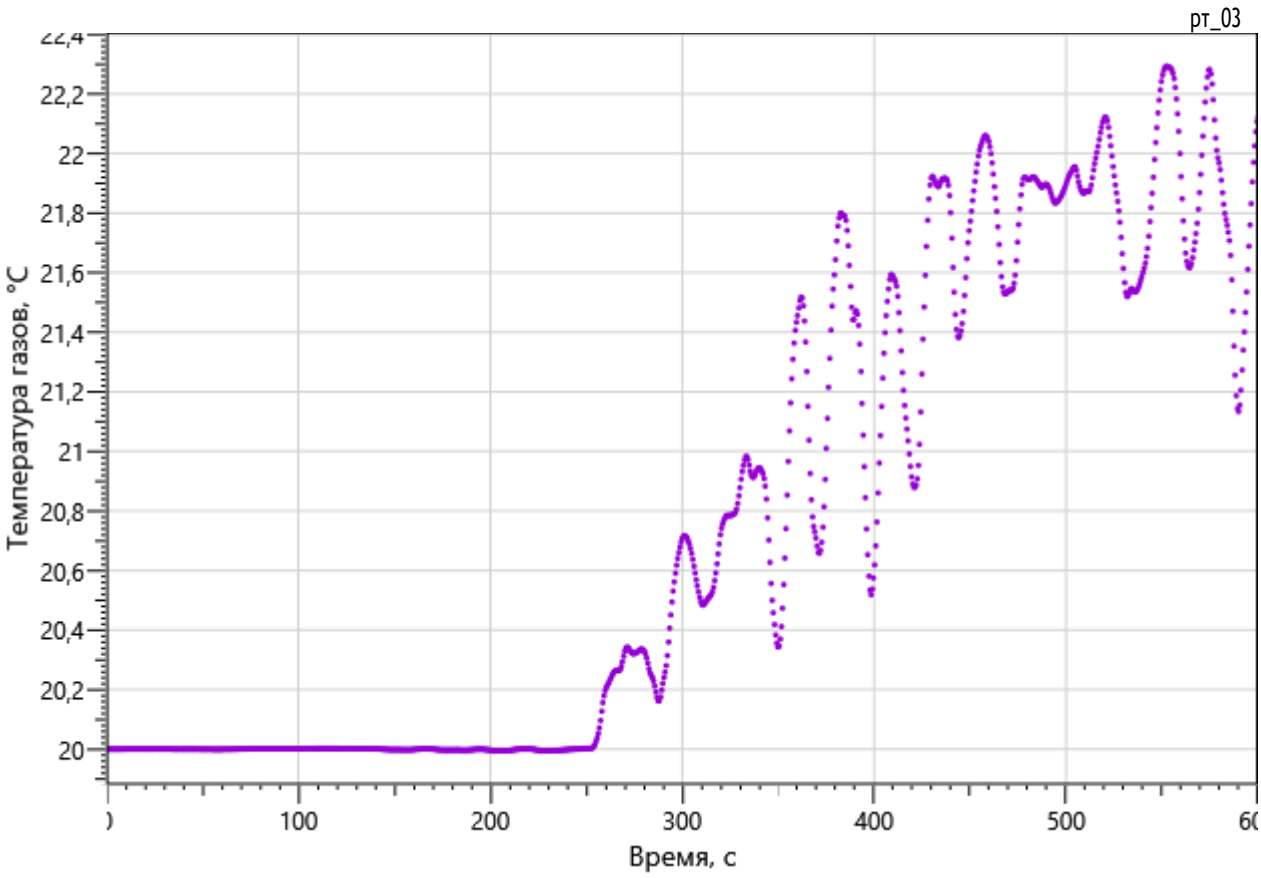


Рисунок 57 - Зависимость температуры от длительности пожара

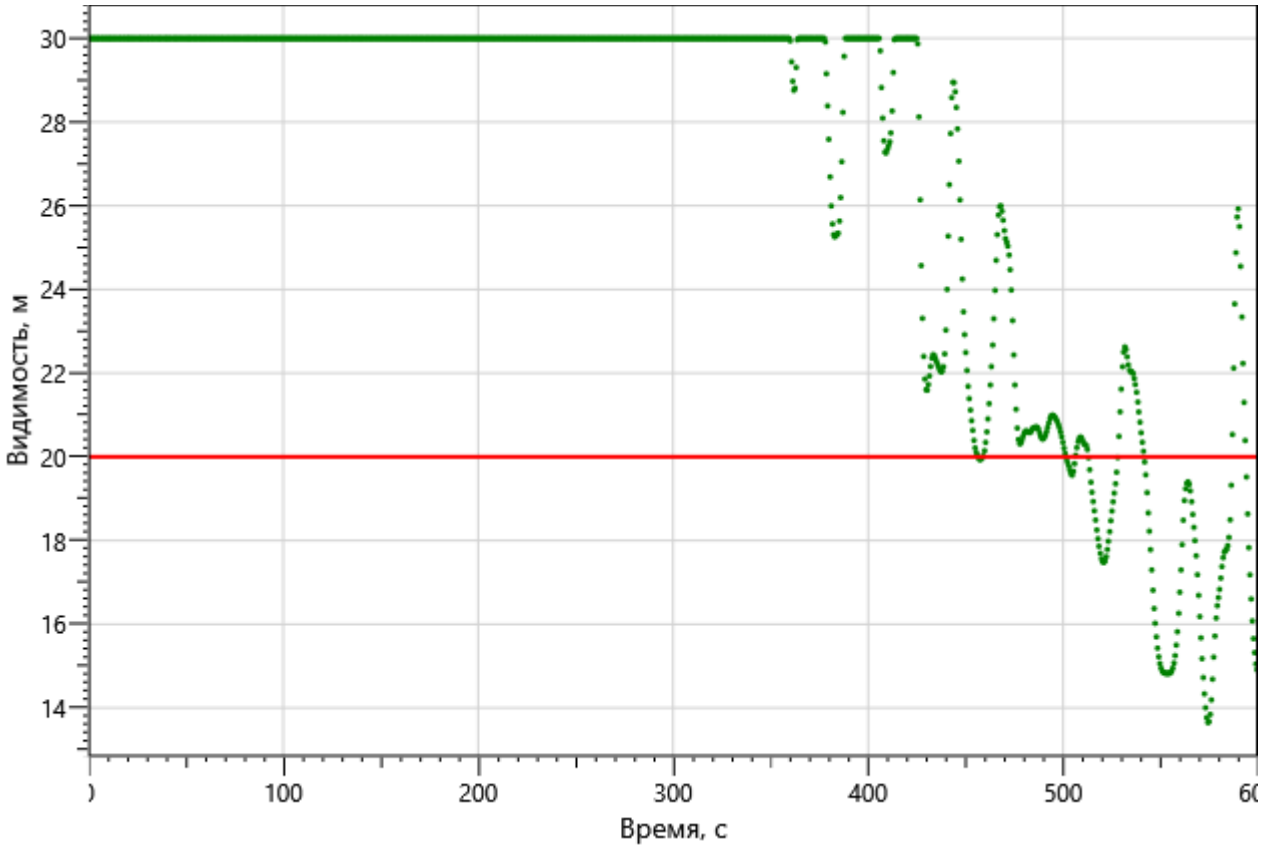


Рисунок 58 - Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

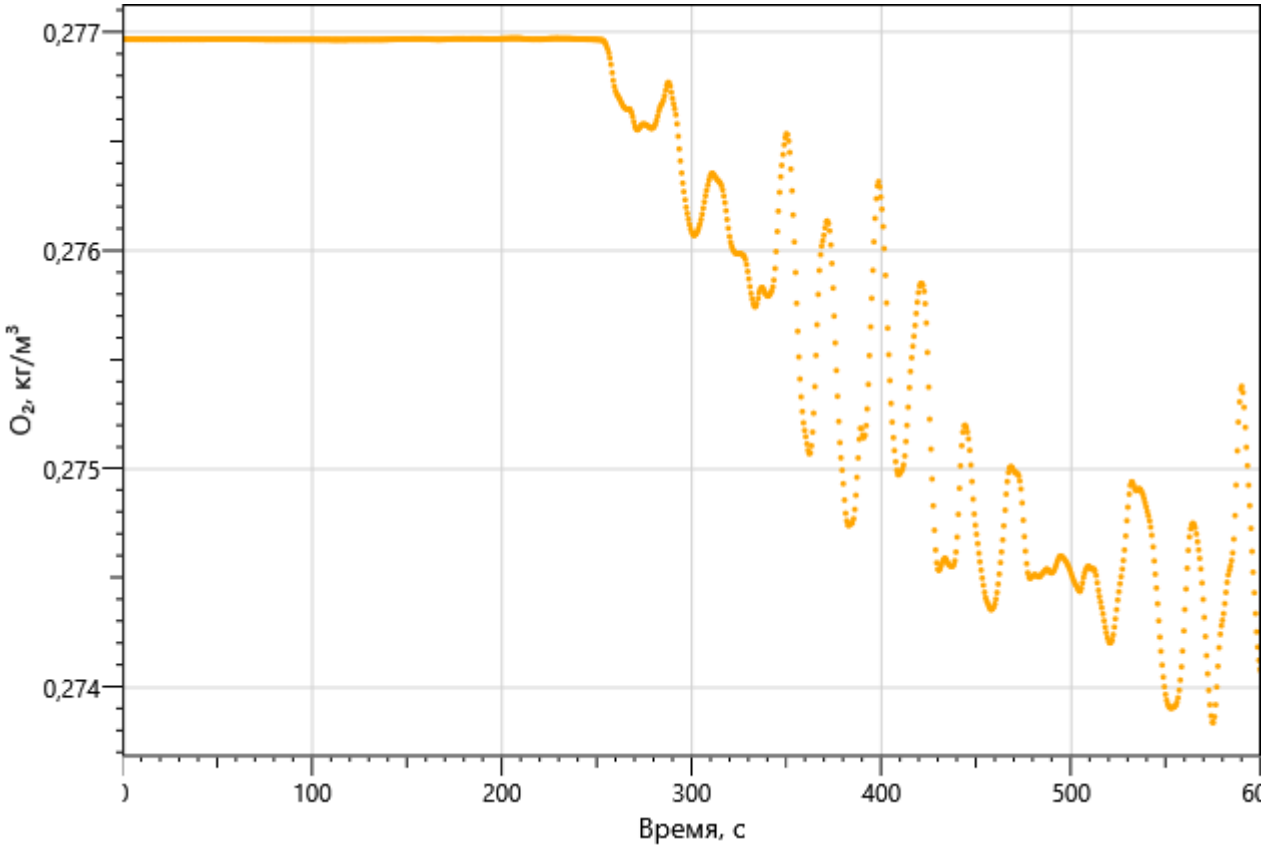


Рисунок 59 - Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

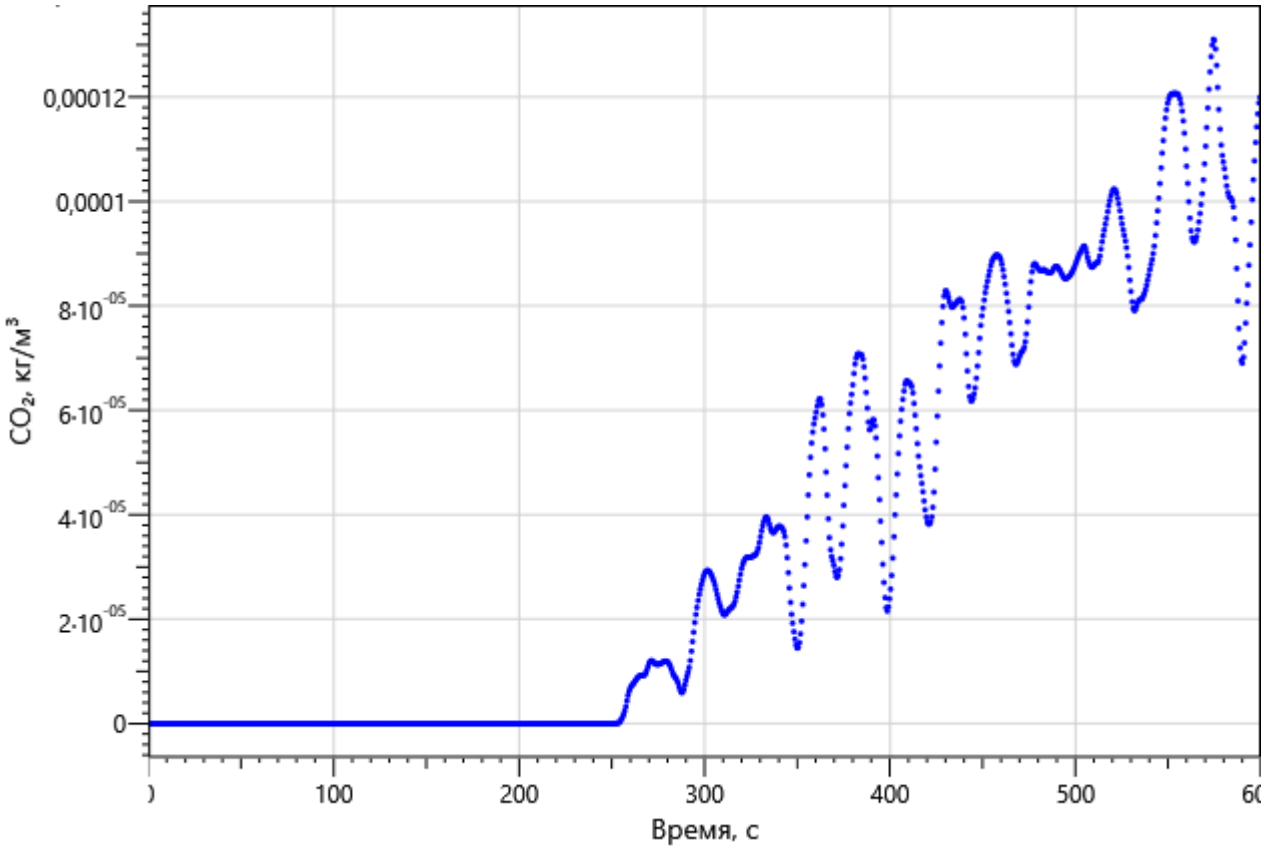


Рисунок 60 - Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

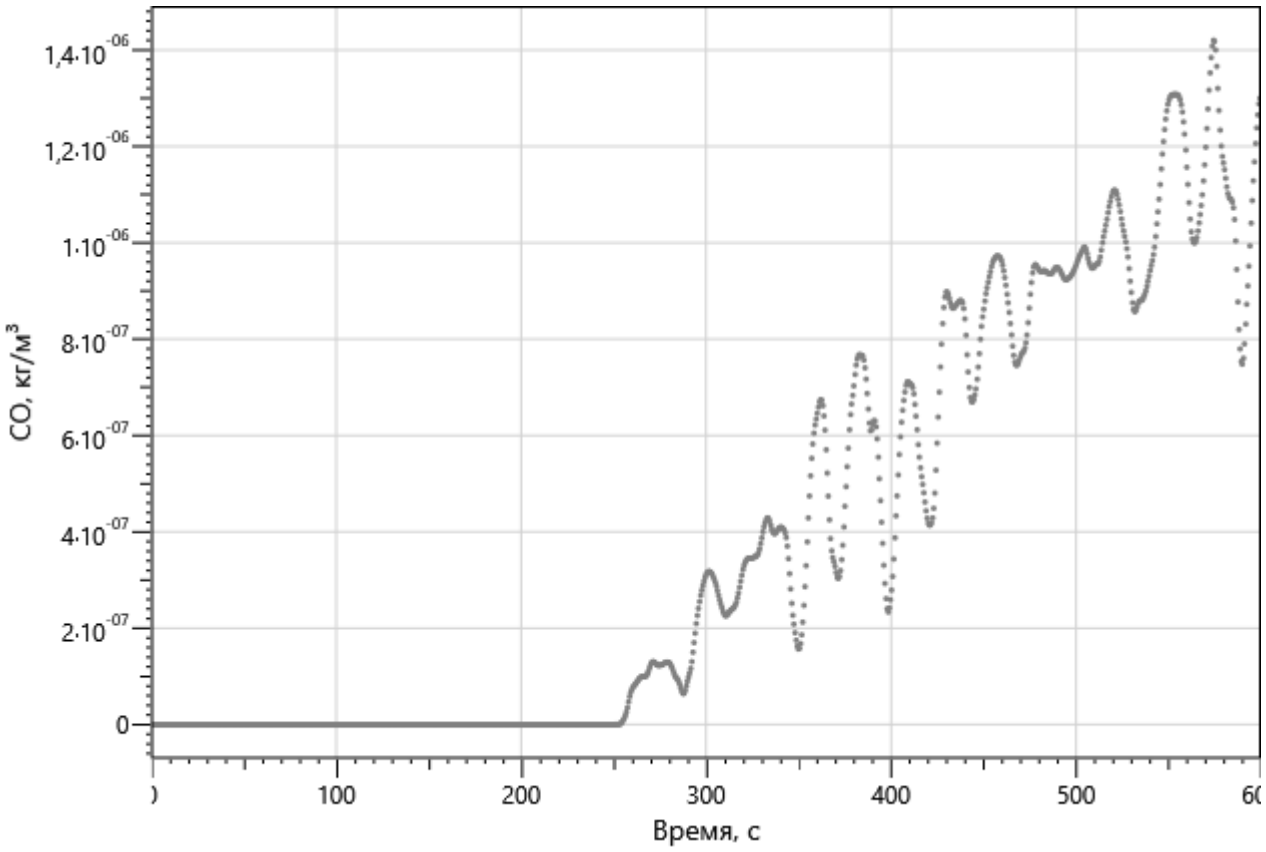


Рисунок 61 - Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

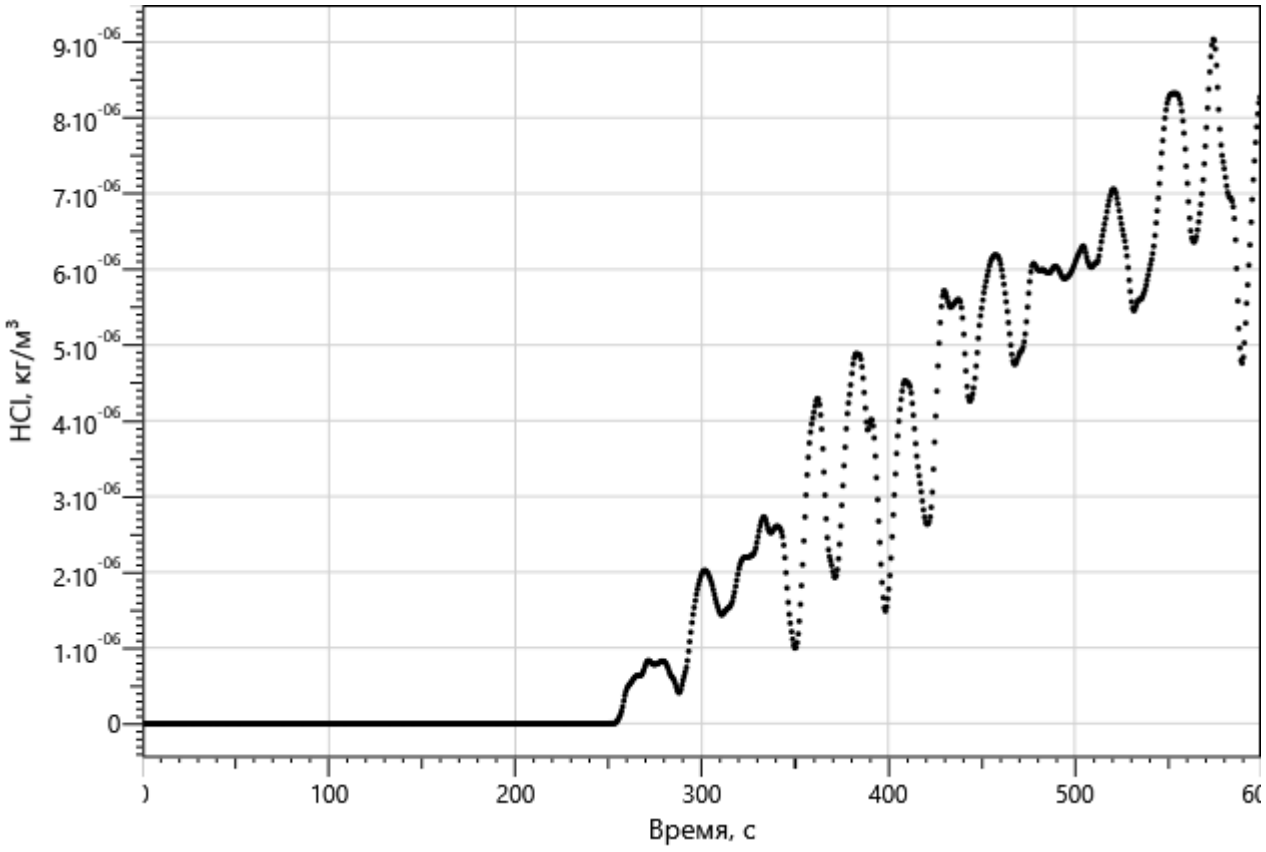


Рисунок 62 - Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

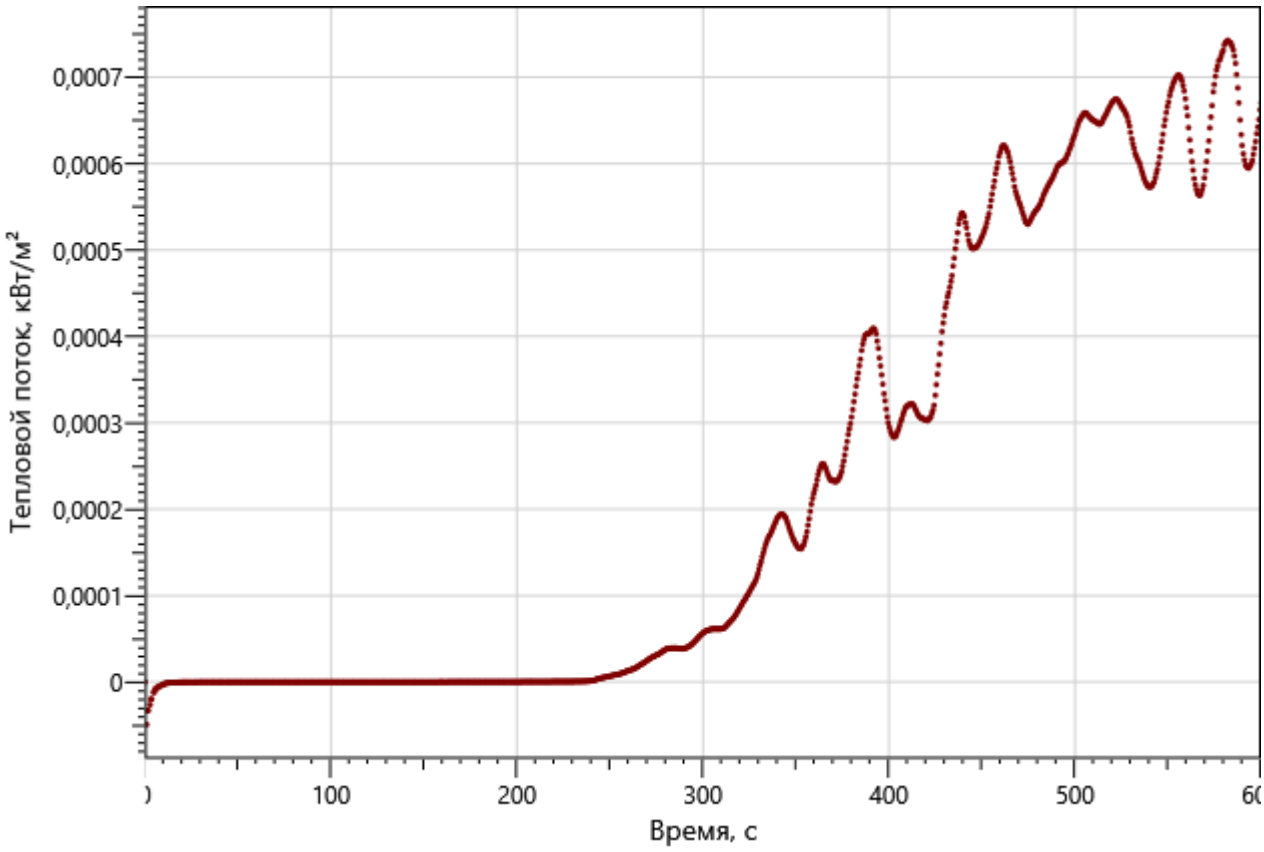


Рисунок 63 - Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

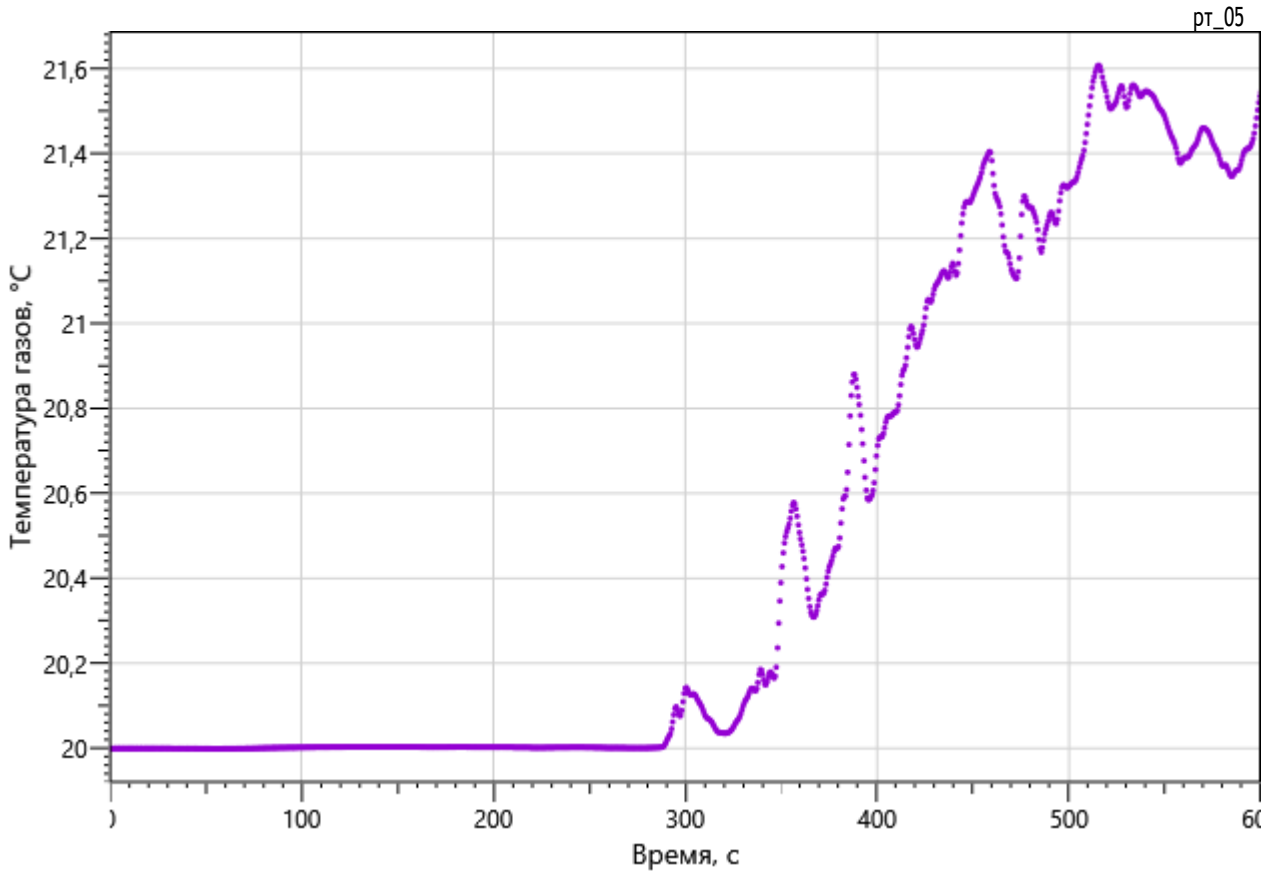


Рисунок 64 - Зависимость температуры от длительности пожара

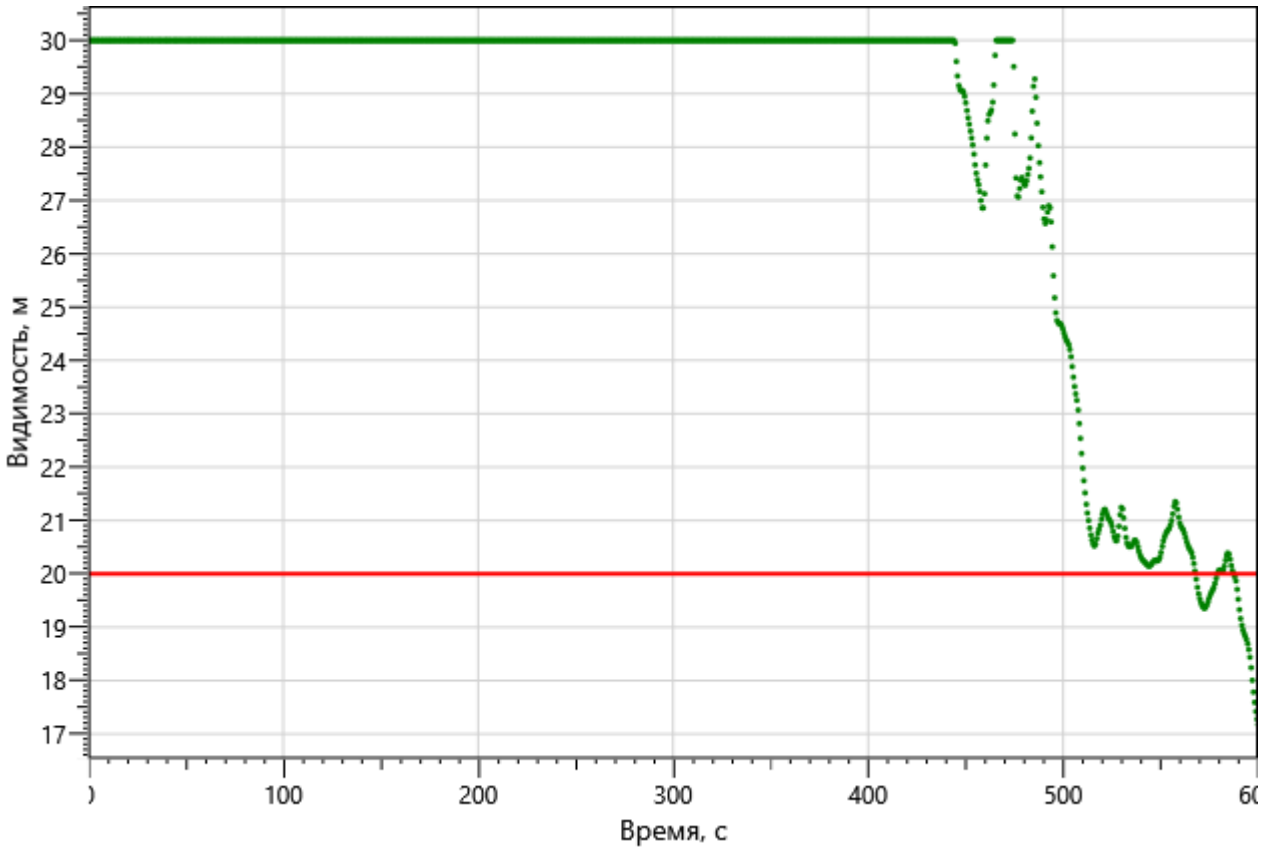


Рисунок 65 - Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

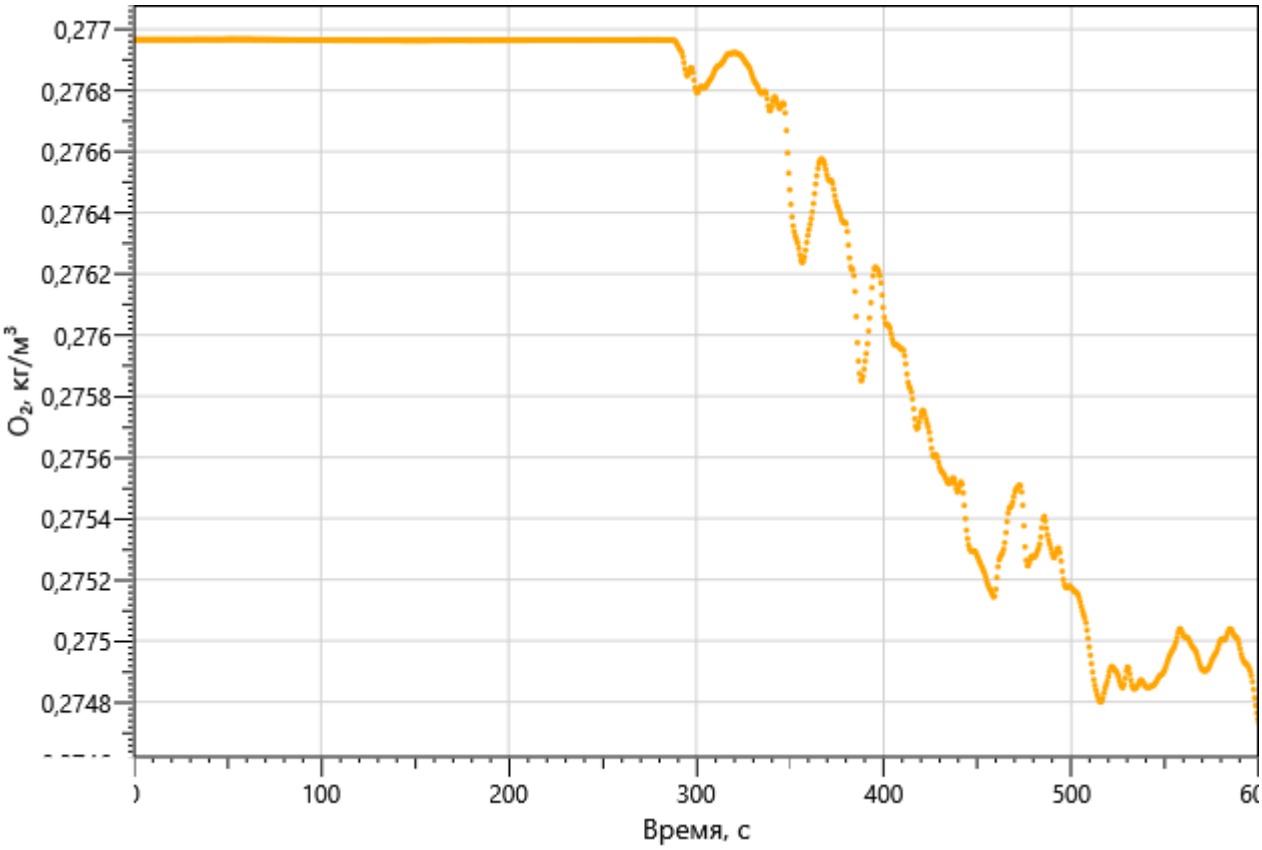


Рисунок 66 - Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

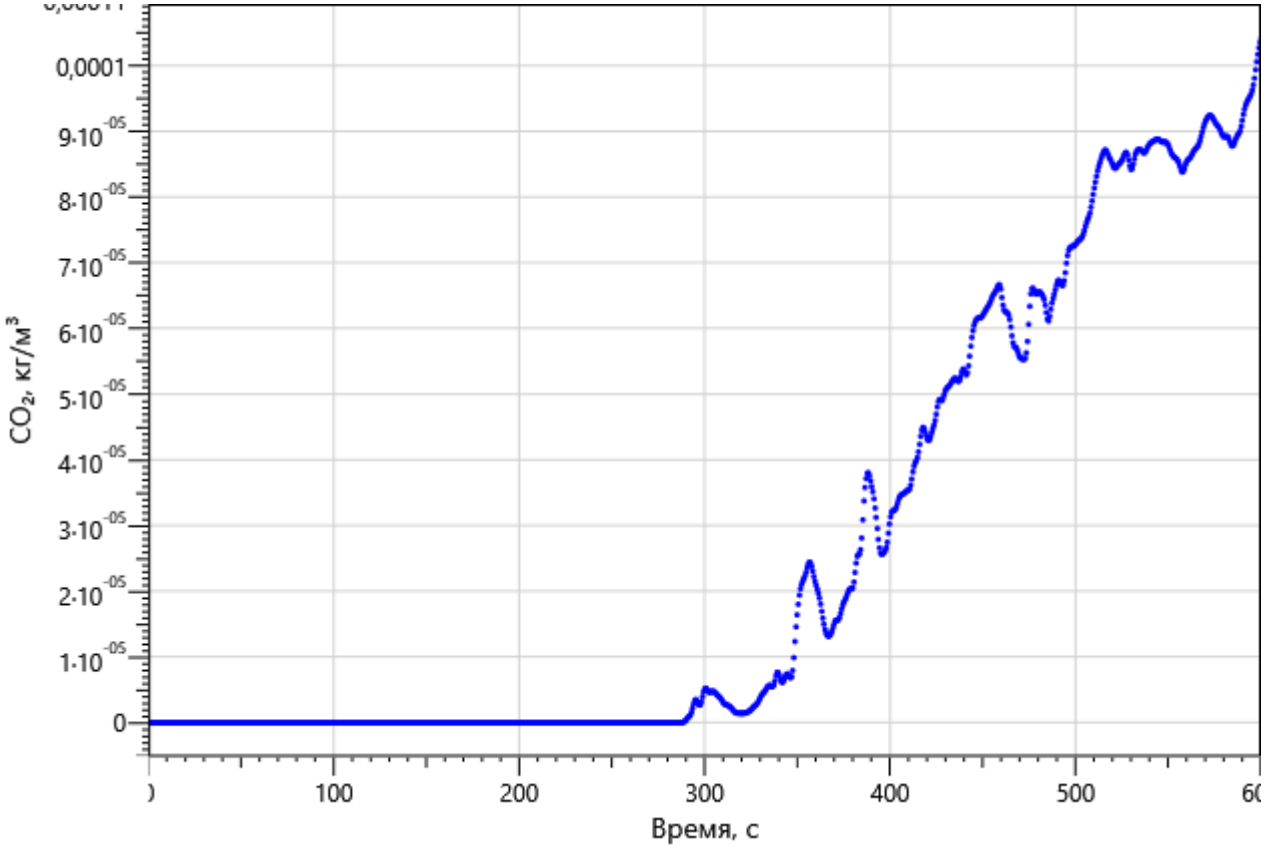


Рисунок 67 - Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

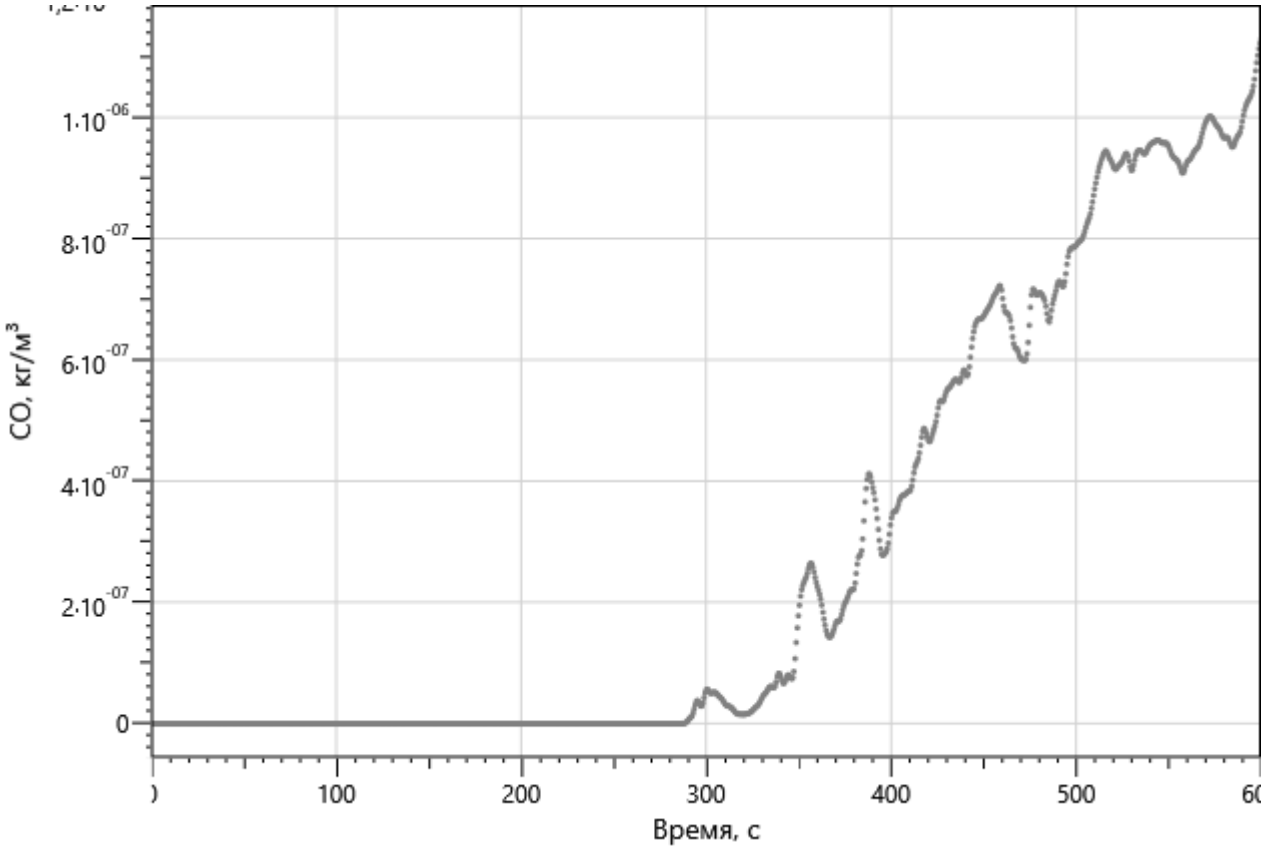


Рисунок 68 - Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

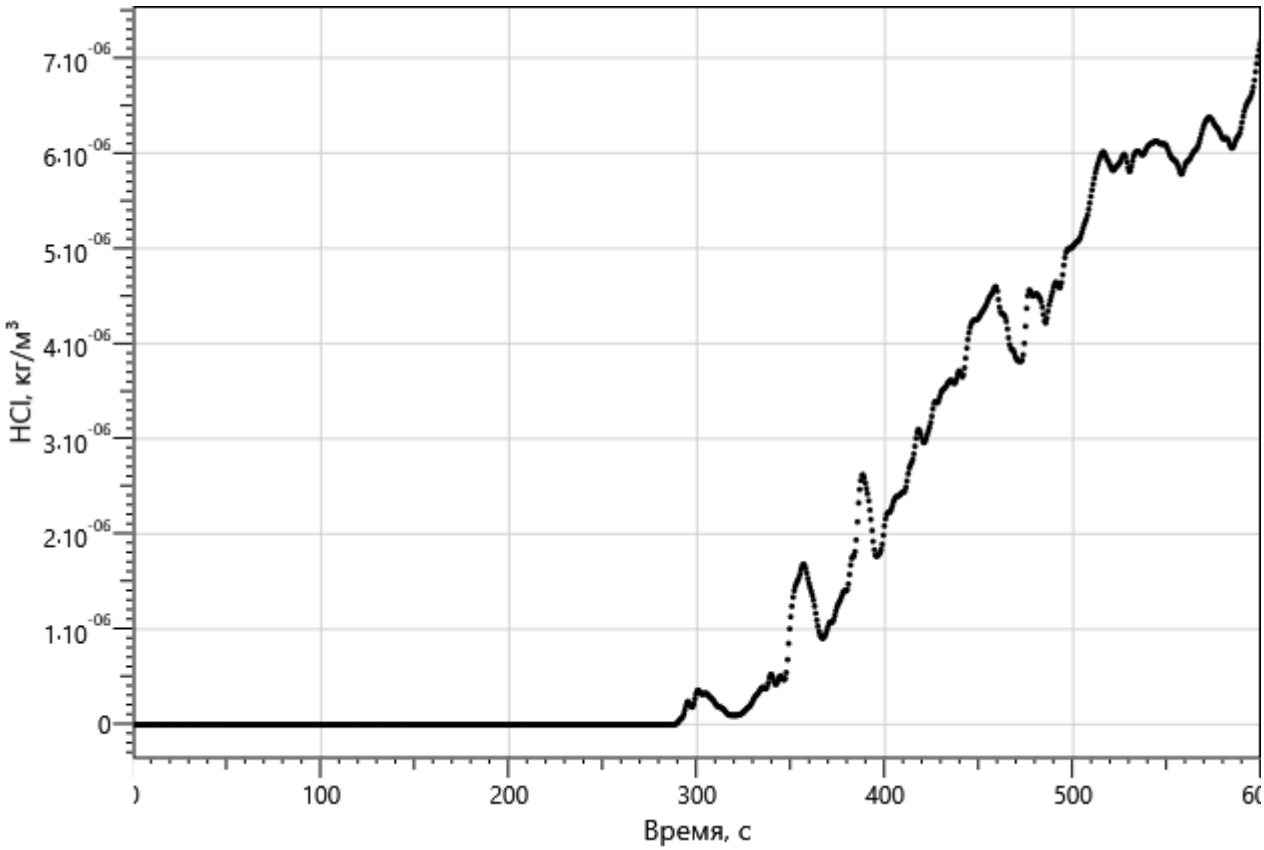


Рисунок 69 - Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

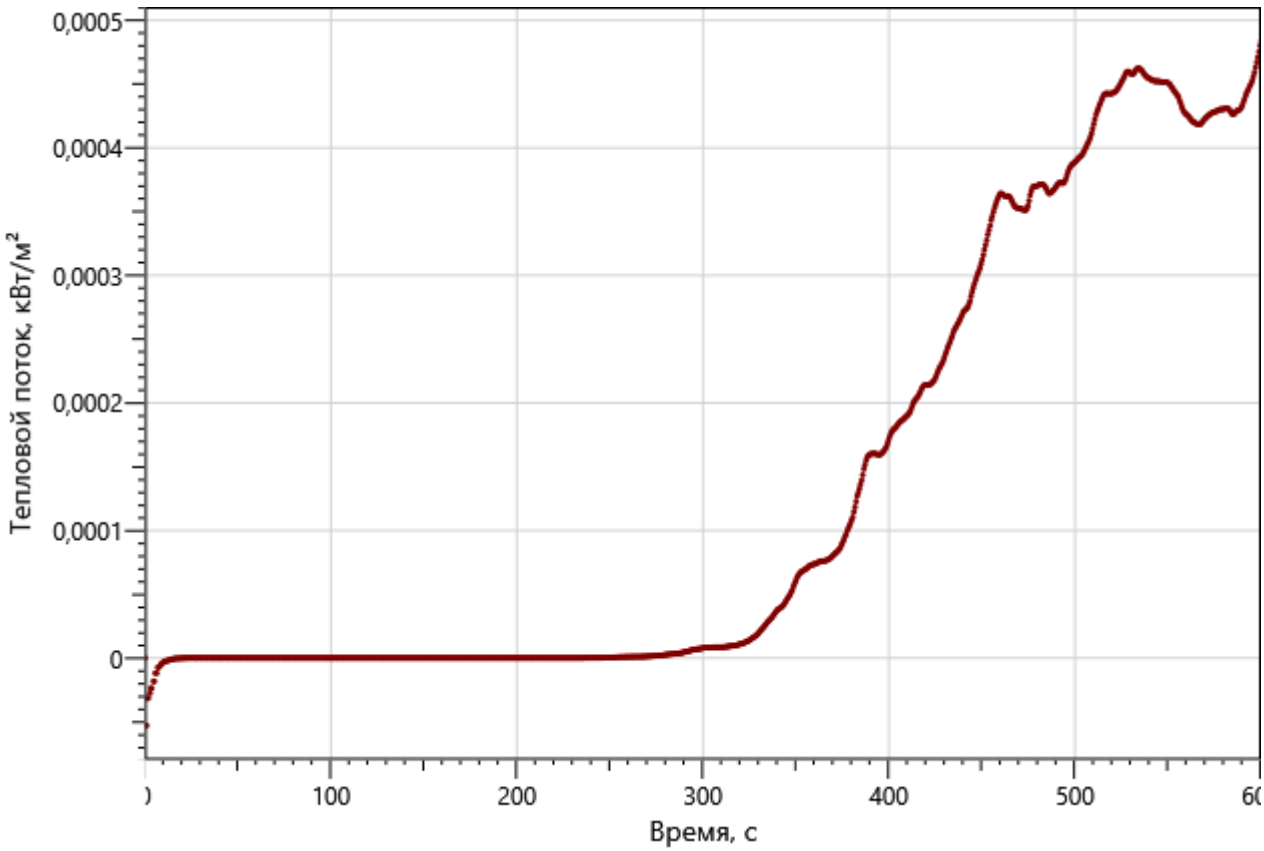


Рисунок 70 - Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

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

Пожар происходит в жилом помещении на 25-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 71 – План 1-го этажа и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации

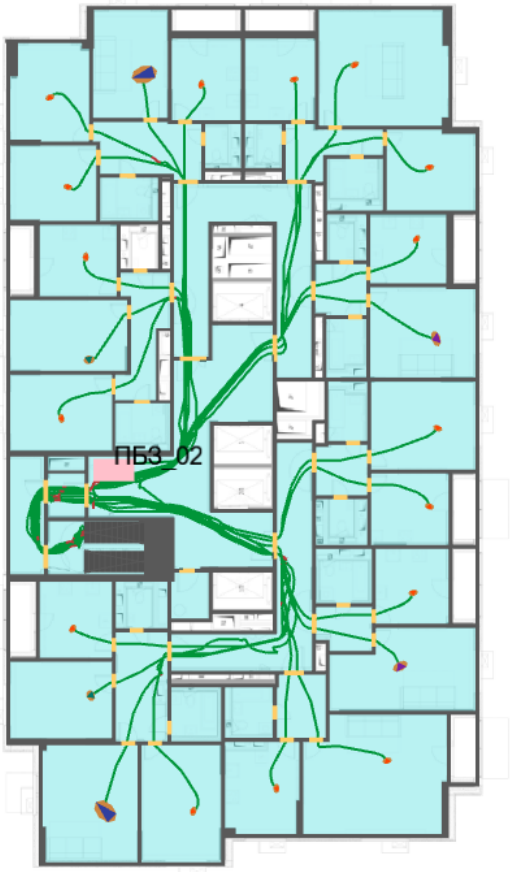


Рисунок 72 - План типового 2-го - 21-го этажа и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации

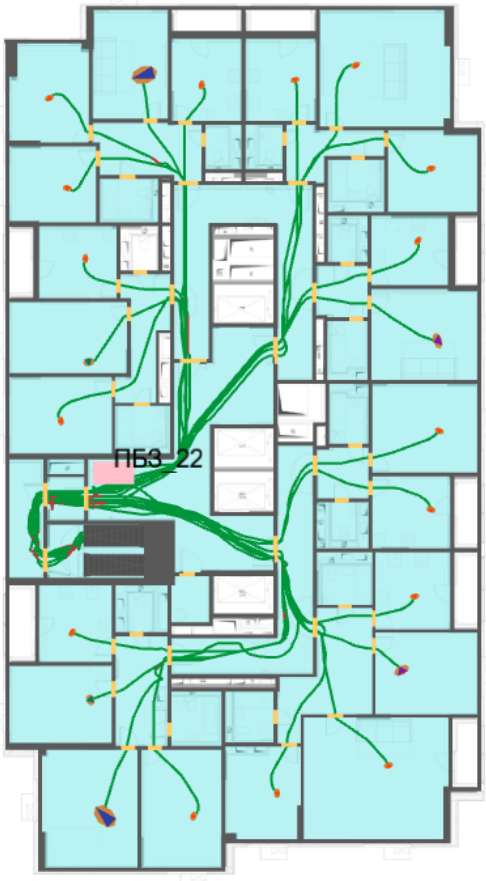


Рисунок 73 - План типового 22-го - 24-го этажа и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации

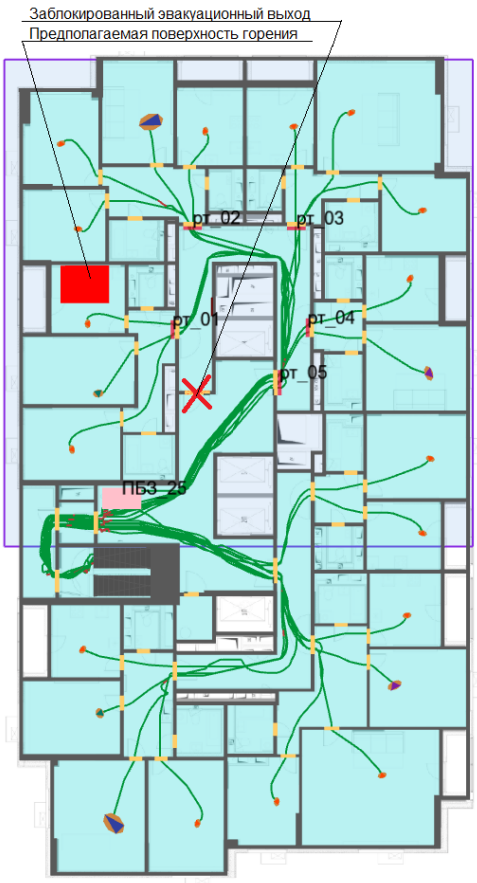


Рисунок 74 - План 25-го этажа и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации (расположение людей на момент начала эвакуации с этажа пожара - 6 мин. 00 сек.)

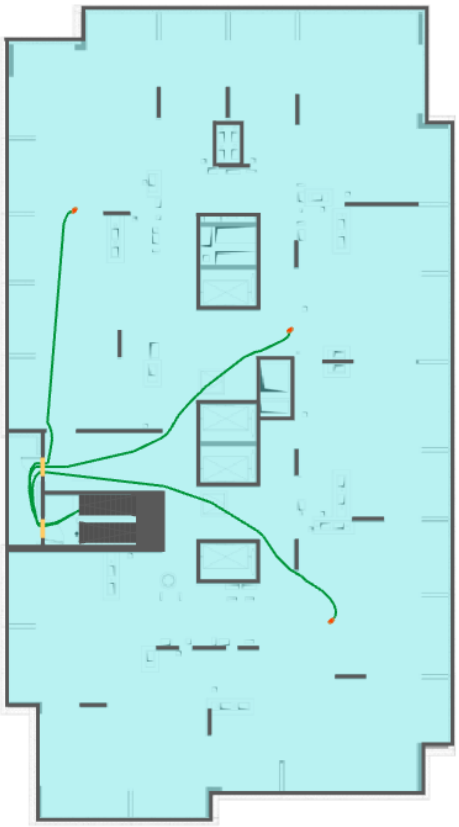


Рисунок 75 - План техническое пространство и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации

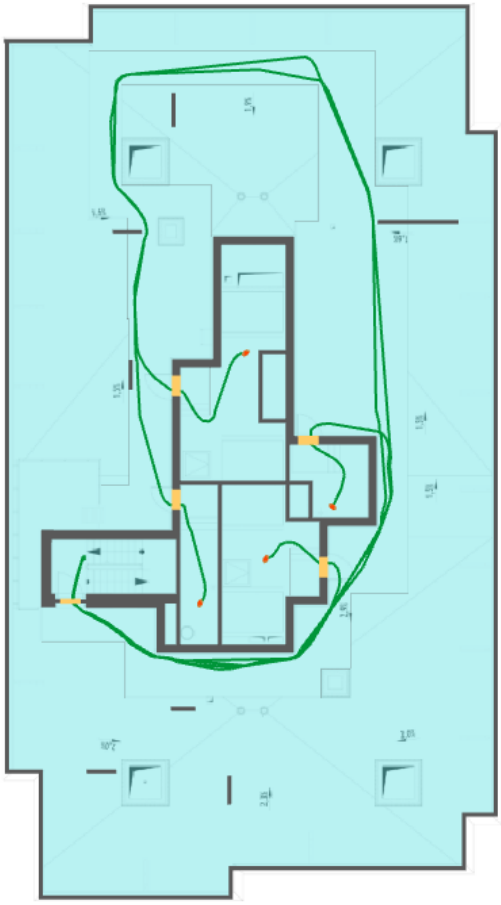


Рисунок 76 - План кровли и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации

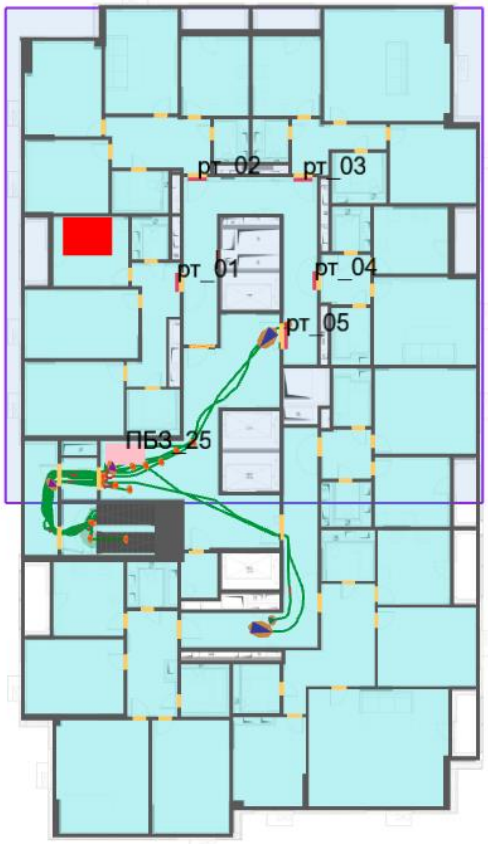


Рисунок 77 - План 25-го этажа и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации (расположение людей на момент полной эвакуации с этажа пожара - 6 мин. 19 сек.)

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: $t_{НЭ} = 5,8$ с

Время эвакуации: $t_Э = t_{НЭ} + t_Р = 965,6$ с

Время существования скоплений: $t_{СК} = 7,8$ с

Общее количество людей: 535

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

Для ПО№8 (Корпус 20.1):

- на 2-25 этажах: по 16 взрослых человек в зимней одежде, 2 человека гр. М2, 2 человека гр. М3, 2 человека гр. М4;
- в техническом пространстве: 3 взрослых человека в зимней одежде;
- на кровле: 4 взрослых человека в зимней одежде.

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

Время эвакуации до эвакуационных выходов представлено в таблице ниже.

Таблица 24

Расположение	Наименование	Время первого, с	Время последнего, с	Количество людей
Этаж 1				
	Выход 1	186,4	965,6	487
Этаж 2				
	ПБЗ_02	382,8	396,0	2
Этаж 3				
	ПБЗ_03	382,8	394,8	2
Этаж 4				
	ПБЗ_04	382,8	394,8	2
Этаж 5				
	ПБЗ_05	382,8	394,8	2
Этаж 6				
	ПБЗ_06	382,8	394,8	2
Этаж 7				
	ПБЗ_07	382,8	394,8	2
Этаж 8				
	ПБЗ_08	382,8	394,8	2
Этаж 9				
	ПБЗ_09	382,8	394,8	2
Этаж 10				
	ПБЗ_10	382,8	394,8	2
Этаж 11				
	ПБЗ_11	382,8	394,8	2
Этаж 12				
	ПБЗ_12	382,8	394,8	2
Этаж 13				
	ПБЗ_13	382,8	394,8	2
Этаж 14				
	ПБЗ_14	382,8	394,8	2
Этаж 15				
	ПБЗ_15	382,8	394,8	2
Этаж 16				
	ПБЗ_16	382,8	394,8	2
Этаж 17				
	ПБЗ_17	382,8	394,8	2
Этаж 18				
	ПБЗ_18	382,8	394,8	2
Этаж 19				

	ПБЗ_19	382,8	394,8	2
Этаж 20				
	ПБЗ_20	382,8	394,8	2
Этаж 21				
	ПБЗ_21	382,8	394,8	2
Этаж 22				
	ПБЗ_22	382,8	395,0	2
Этаж 23				
	ПБЗ_23	382,8	396,4	2
Этаж 24				
	ПБЗ_24	382,8	396,4	2
Этаж 25				
	ПБЗ_25	388,4	395,0	2

Время эвакуации через регистраторы представлено в таблице ниже.

Таблица 25

Расположение	Наименование	Время первого, с	Время последнего, с	Количество людей
Этаж 25				
Помещение 1197	рт_01	9,0	16,6	3
Помещение 1218	рт_02	363,2	368,4	4
	рт_03	363,2	365,0	3
	рт_04	363,8	366,0	2
	рт_05	18,0	379,2	12

Вероятность эвакуации представлена в таблице ниже.

Таблица 26

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 25						
Помещение 1197	рт_01	162,7	130,16	9,0	16,6	0,999
Помещение 1218	рт_02	511,3	409,04	360,0	368,4	0,999
	рт_03	456,7	365,36	360,0	365,0	0,999
	рт_04	>600	>480	360,0	366,0	0,999
	рт_05	568,2	454,56	9,0	379,2	0,999

Результаты проведенных расчетов показывают, что максимальное расчетное время эвакуации с этажа пожара составит 6,32 мин. Время выхода из здания составляет 16,09 мин (Выход 1).

Максимальное время движения при плотности потока D больше 0,5 $м^2/м^2$ составляет 0,13 мин.

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

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

Таблица 27

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	0,15	0,28	2,17	0,999	**Безопасно**
рт_02	6,00	6,14	6,82	0,999	**Безопасно**
рт_03	6,00	6,08	6,09	0,999	**Безопасно**
рт_04	6,00	6,1	>8,00	0,999	**Безопасно**
рт_05	0,15	6,32	7,58	0,999	**Безопасно**

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

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

5.2.4 Определение величины индивидуального пожарного риска (сценарий №2)

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

Вероятность эвакуации людей из здания рассчитывают по формуле:

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

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

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

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

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

$$= 1 - (1 - 0,8704) \cdot (1 - 0) \cdot (1 - 0,75) \cdot (1 - 0,8) = 0,97408$$

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

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

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

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

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

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

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

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

$K_{эв,i}$ - коэффициент, учитывающий соответствие путей эвакуации требованиям нормативных документов по пожарной безопасности. Значение параметра $K_{эв,i}$ принимается равным $K_{эв,i} = 0,8$.

Расчетная величина индивидуального пожарного риска Q_B рассчитывается по формуле:

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

$$Q_B = 2,6 \cdot 10^{-2}[1 - (0,999 + (1 - 0,999) \cdot 0,97408)] = 0,67 \cdot 10^{-6}$$

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

Таблица 28

№ сценария пожара	Вероятность присутствия и спасения людей	Вероятность возникновения пожара	Вероятность эвакуации	Соответствие систем противопожарной безопасности требованиям нормативных документов							Расчетная величина пожарного риска
				$R_{АПС}$	$R_{АУПТ}$	$R_{СОУЭ}$	$R_{ПДЗ}$	$R_{ФПС}$	$R_{Ф}$	$R_{ЭВ}$	
2 (жилье корпус 20.1)	$P_{сп.i}$ = 0,97408	$2,6 \cdot 10^{-2}$	0,999	0,8	0,9	0,8	0,8	-	0	0,8	$0,67 \cdot 10^{-6}$

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

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

Вывод: так как расчетная величина индивидуального пожарного риска для людей, находящихся в жилых помещениях $Q_B = 0,67 \cdot 10^{-6}$ менее нормативного значения индивидуального пожарного риска ($Q_{BH}=10^{-6}$), то расчетная величина индивидуального пожарного риска при возможном пожаре соответствует требуемому значению.

5.4 Сценарий №3 (подземная автостоянка 2)

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

Пожар происходит в помещении подземной автостоянки на минус 1-м этаже в пожарном отсеке ПО№4. ОФП распространяются по помещению и за его пределы, при этом блокируют ближайшие эвакуационные выходы.

Двери помещения очага пожара принимались закрытыми. Размер ячейки области расчета, используемой в сценарии равен 0,25м. Высота этажа пожара (от пола до потолка) и помещения очага пожара равна 6,20 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:

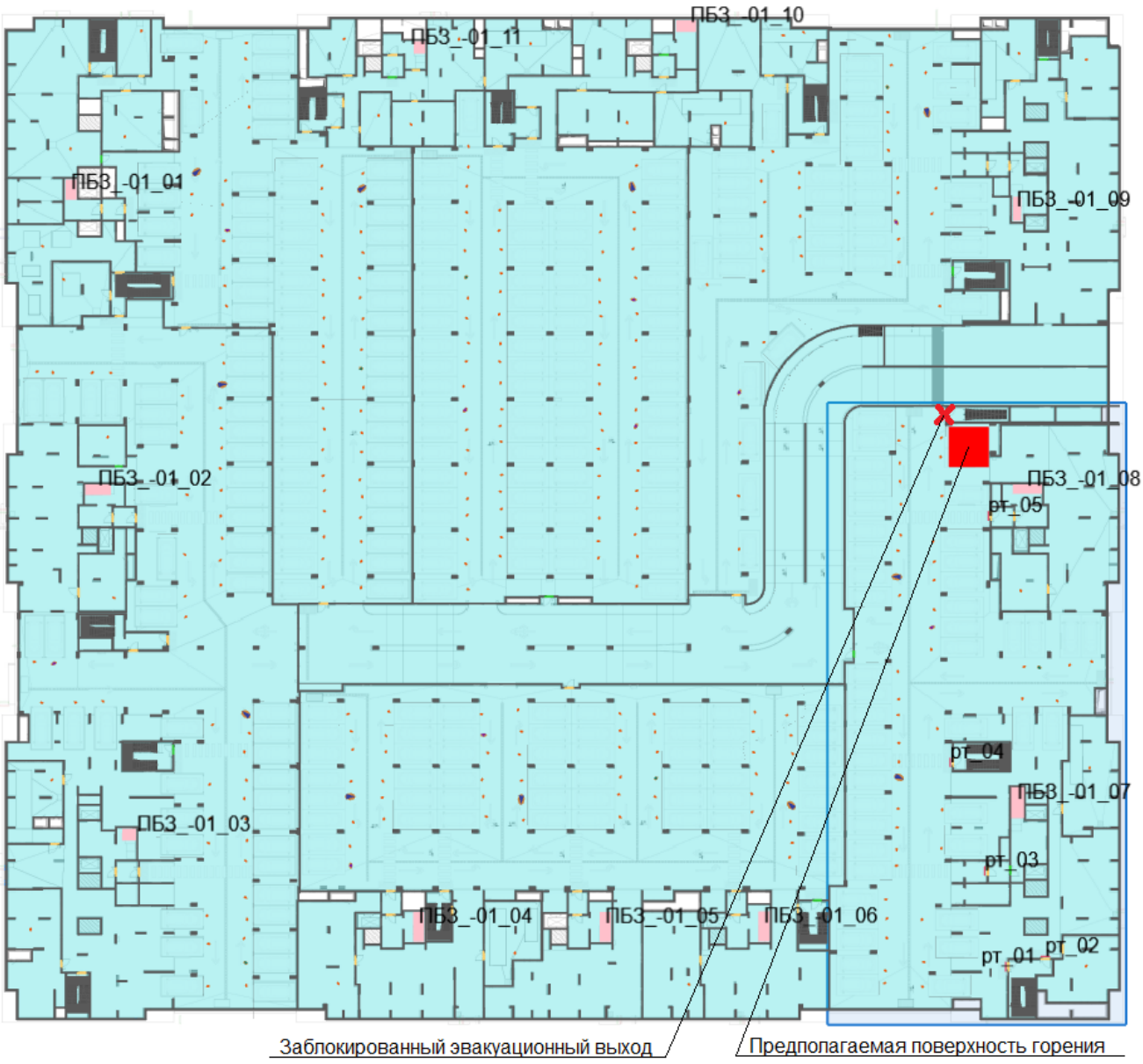


Рисунок 78 - Компьютерная модель «минус» 1-го этажа с предполагаемой поверхностью горения и нанесенными расчётными точками

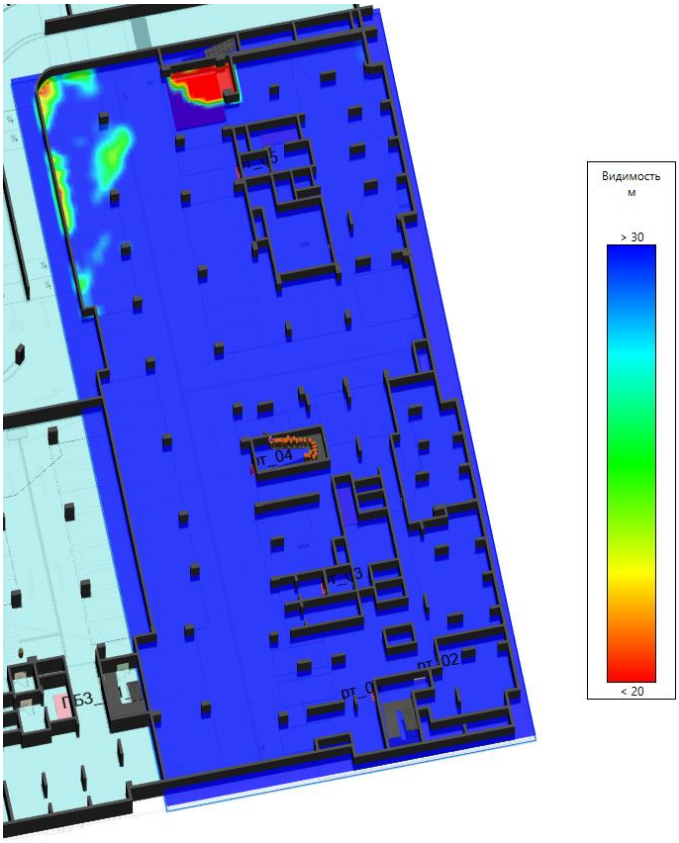


Рисунок 79 – Компьютерная 3D модель «минус» 1-го этажа с предполагаемой поверхностью горения и нанесенными расчётными точками (плотность дыма на момент полной эвакуации людей из пожарного отсека с очагом пожара – 1 мин. 6 сек.)

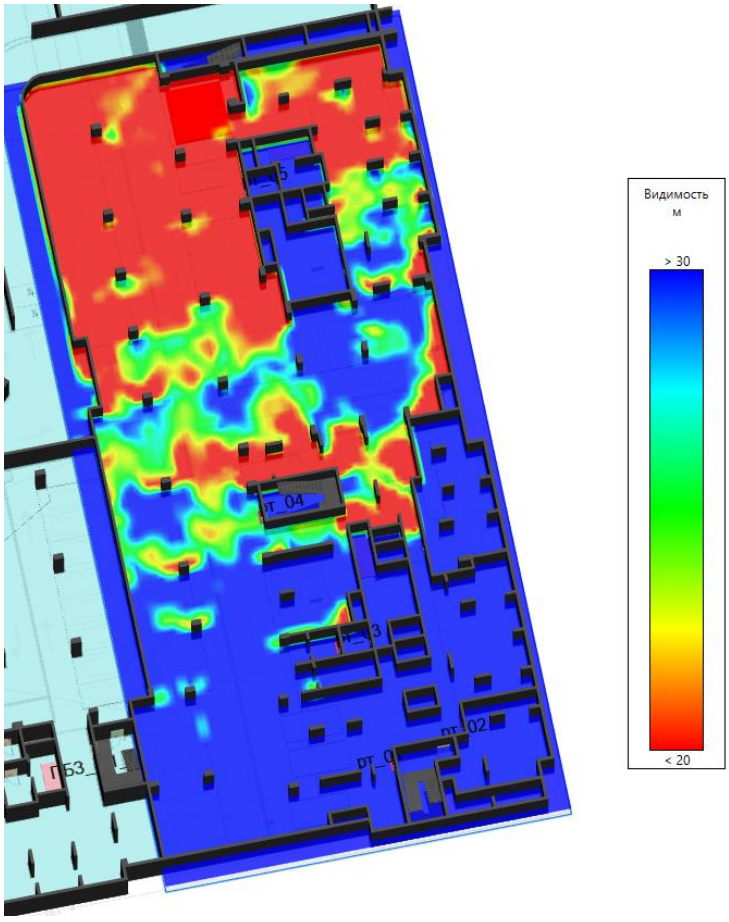


Рисунок 80 – Компьютерная 3D модель «минус» 1-го этажа с предполагаемой поверхностью горения и нанесенными расчётными точками (плотность дыма на момент наступления ОФП до рт_04 – 2 мин.39 сек.)

$R_n = V_л \cdot t_{св}$ - 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 очага пожара 1,1 мин, принимаем время свободного горения с учетом коэффициента запаса 1,375 мин.

$$R_n = 0{,}0068 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 66{,}0 \text{ сек.} \cdot 1{,}25 = 0{,}561 \text{м}$$

$$S = 3{,}14 \cdot 0{,}561^2 = 0{,}988 \text{ м}^2$$

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

Таблица 29

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	686,907
Дымообразующая способность	Нп · м²/кг	487
Потребление кислорода (O_2)	кг/кг	2,64
Выделение углекислого газа (CO_2)	кг/кг	1,295
Выделение угарного газа (CO)	кг/кг	0,097
Выделение хлористого водорода (HCl)	кг/кг	0,0109

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

Таблица 30

Расположение	Наименование	Время блокирования по каждому ОФП, с						
		Температура	Видимость	O_2	CO_2	CO	HCl	Тепловой поток
Минус 1-й этаж								
Помещение 42	рт_01	504,0	203,5	385,8	>600	473,4	264,6	>600
	рт_02	>600	225,1	445,8	>600	494,4	295,8	>600
	рт_03	493,8	181,8	387,6	>600	482,4	274,2	>600
	рт_04	371,4	159,1	349,2	>600	453,6	258,6	>600
	рт_05	248,4	88,9	248,4	>600	406,2	199,8	406,2

Ниже представлены графики изменения опасных факторов пожара для регистраторов:

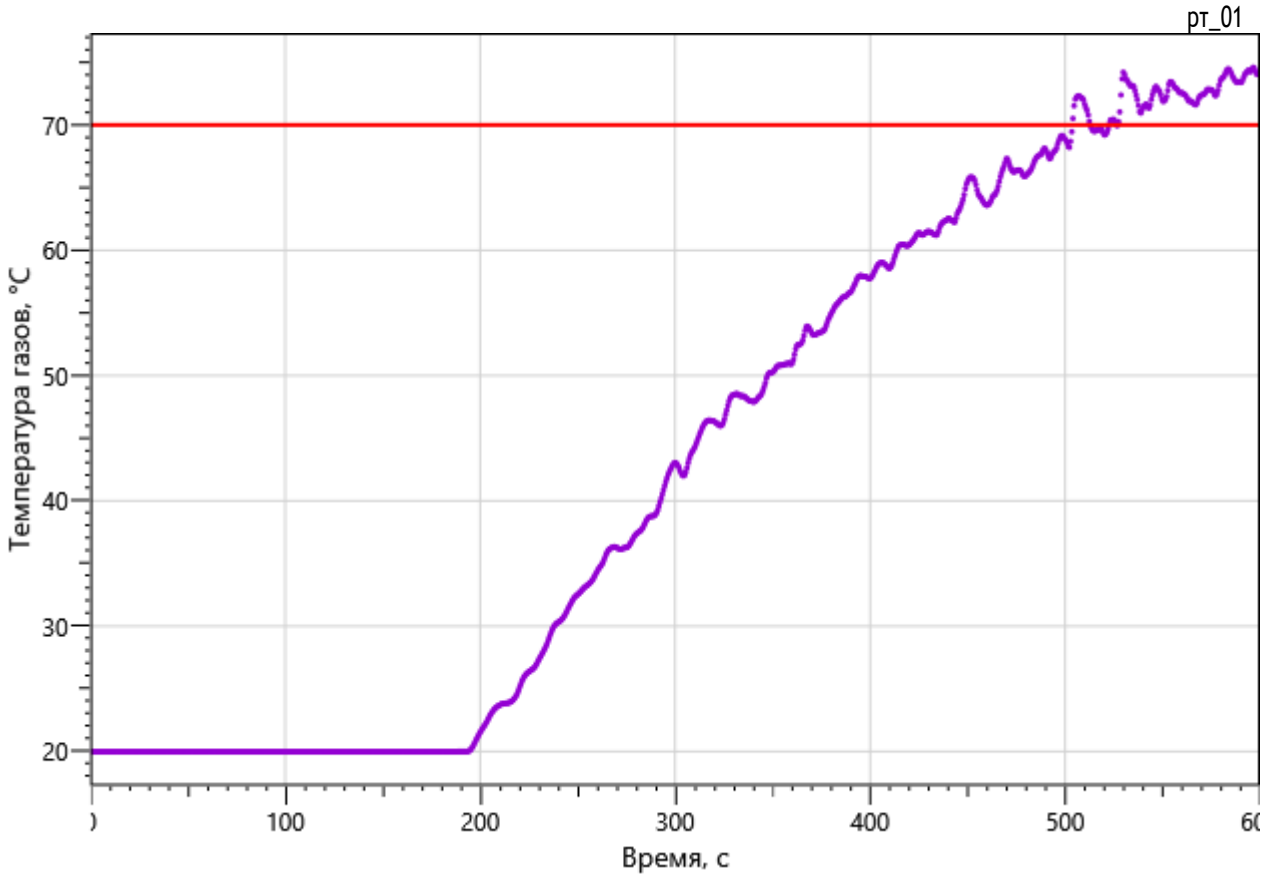


Рисунок 81 - Зависимость температуры от длительности пожара

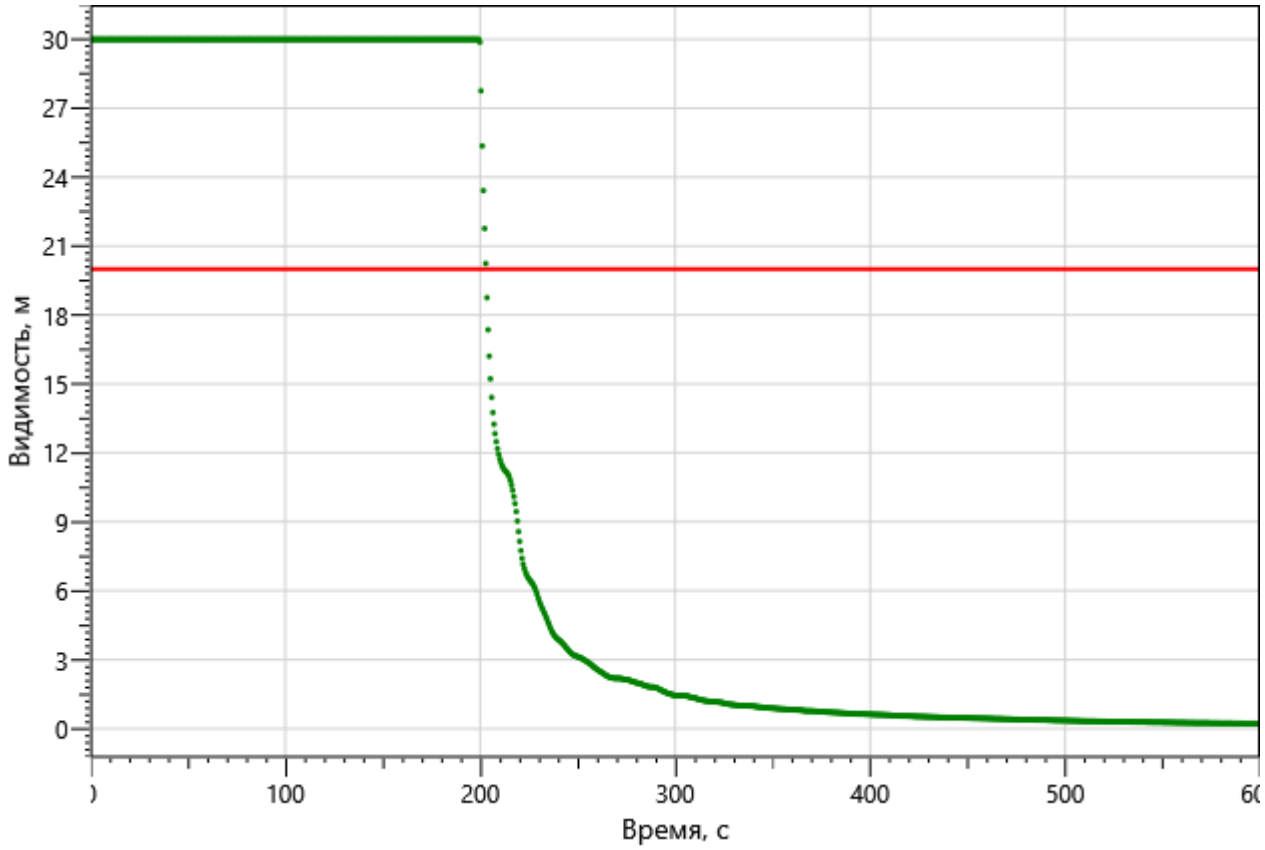


Рисунок 82 - Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

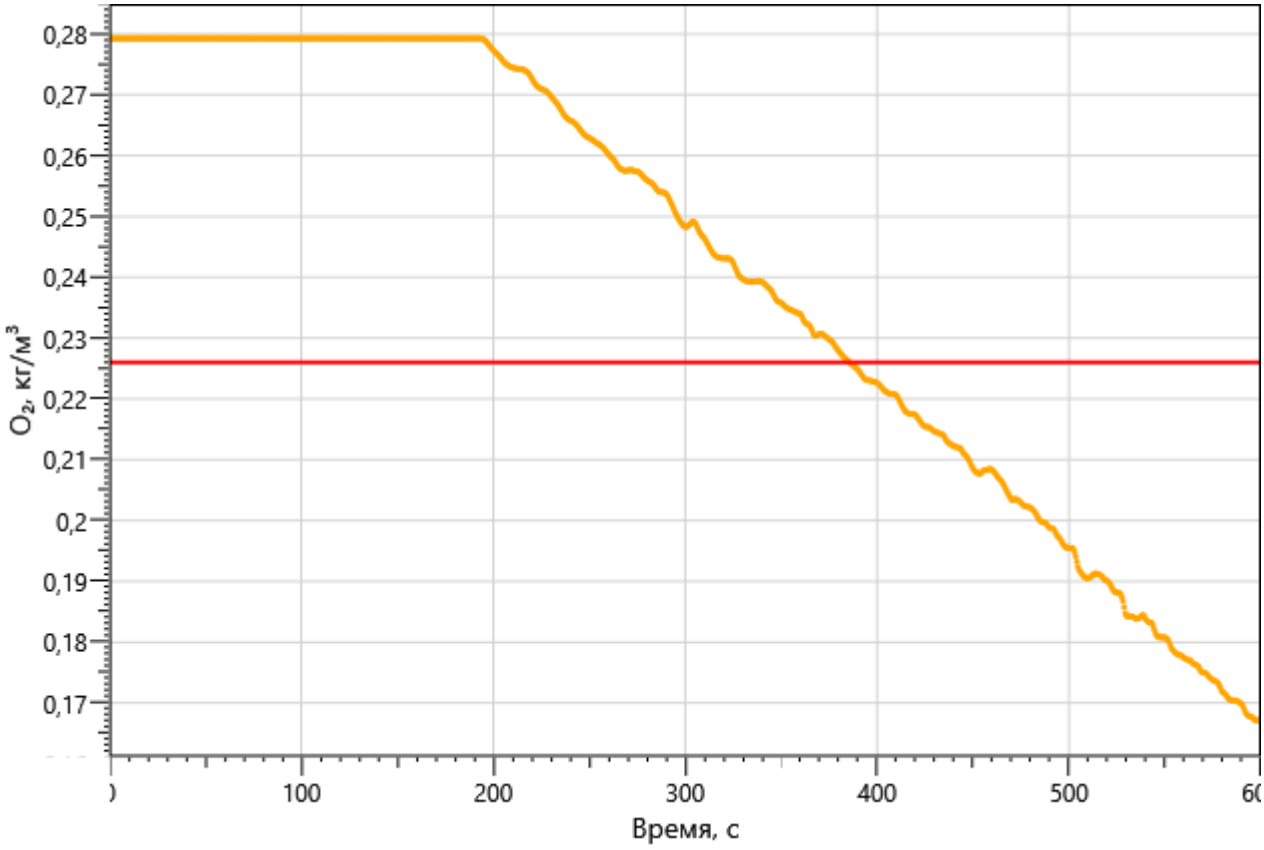


Рисунок 83 - Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

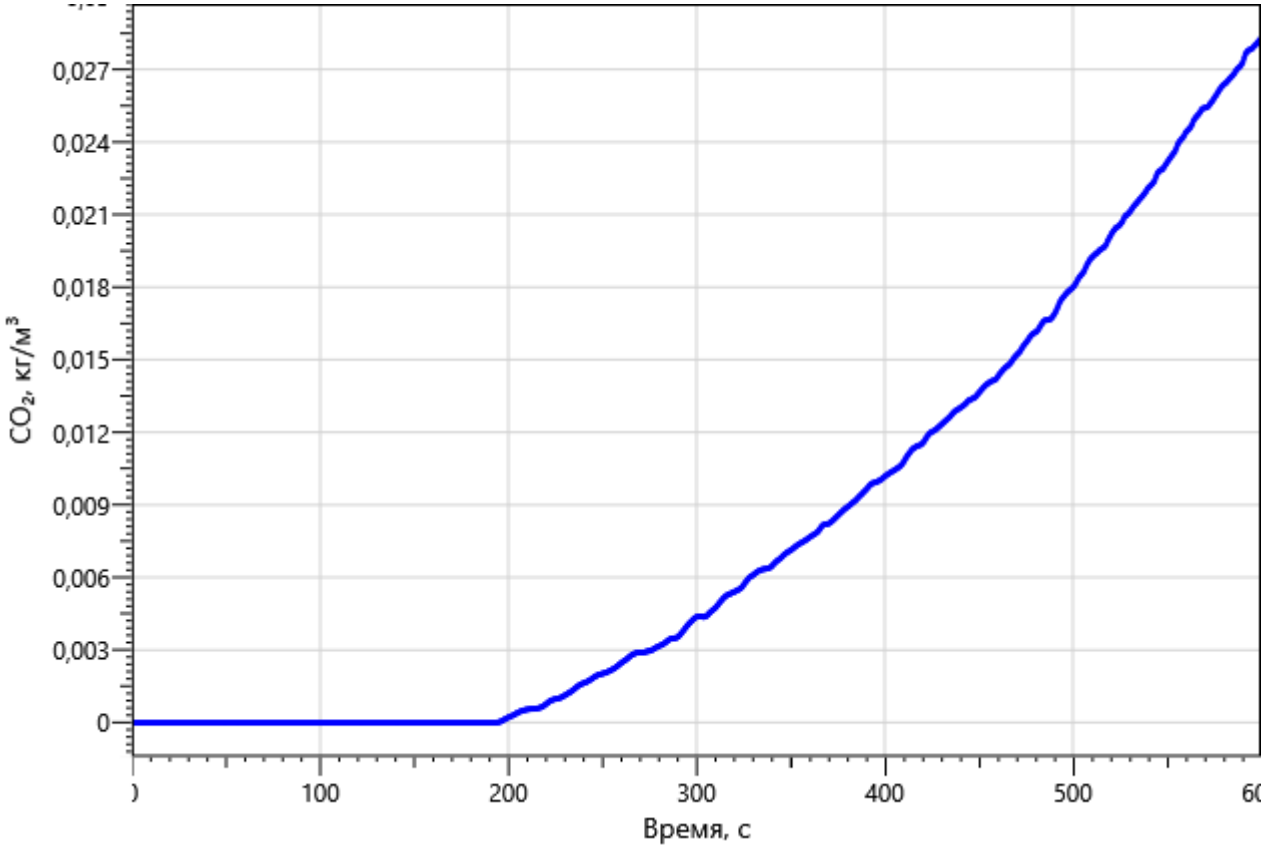


Рисунок 84 - Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

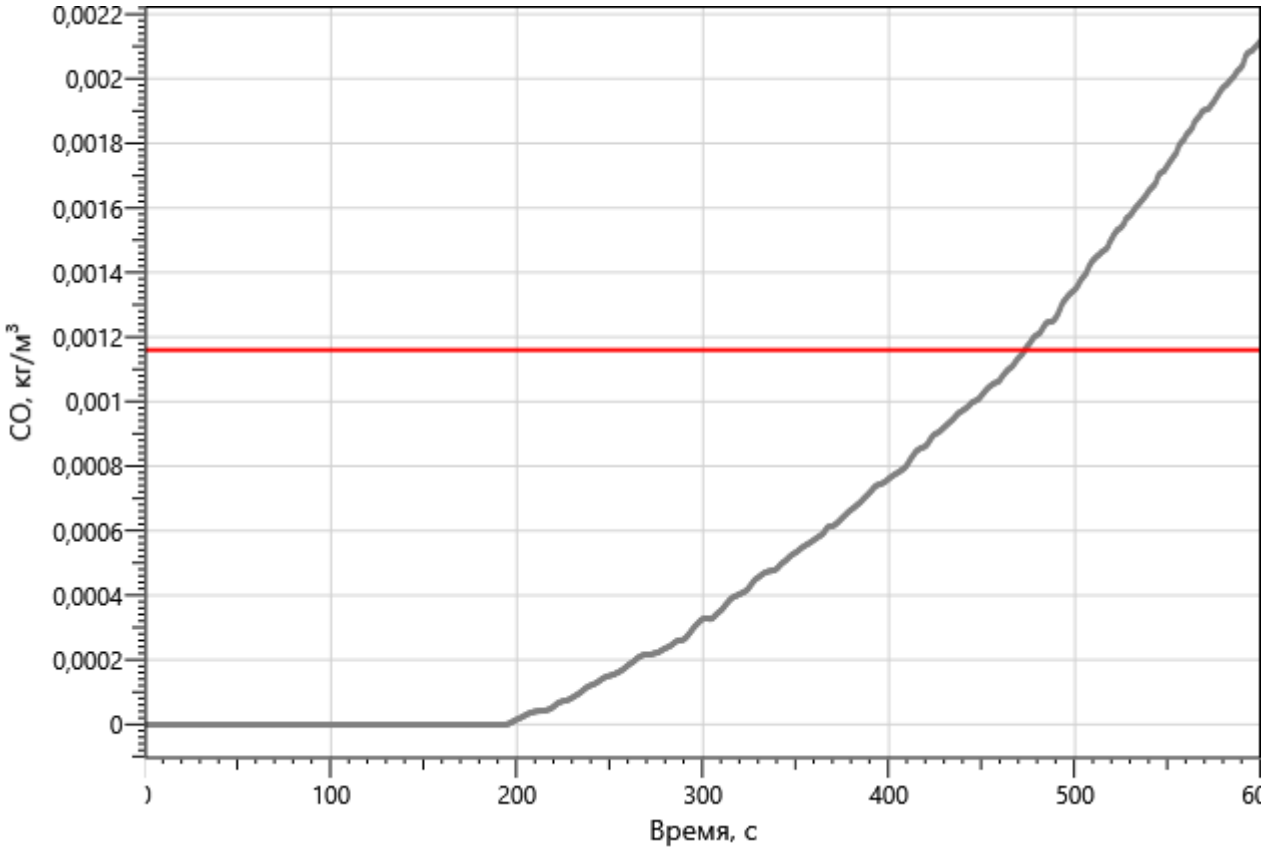


Рисунок 85 - Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

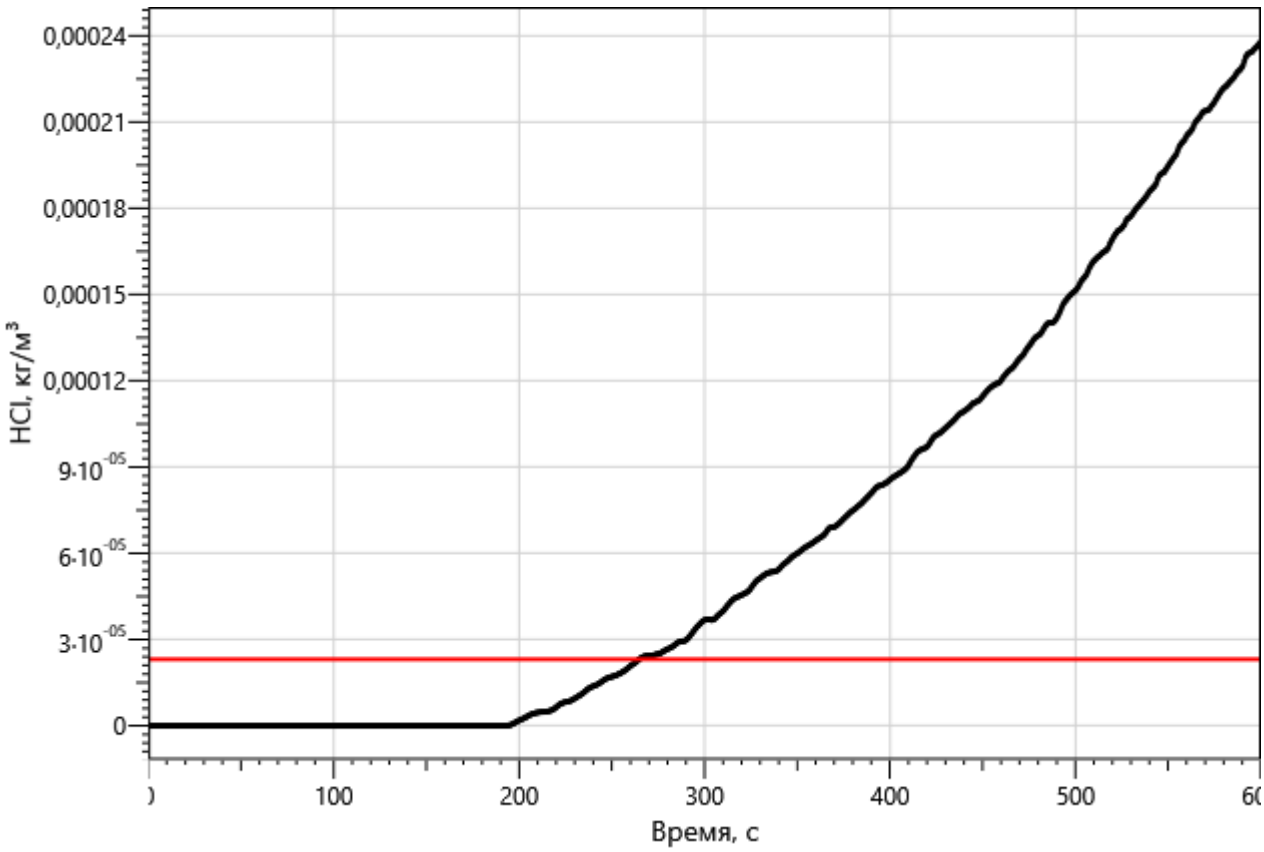


Рисунок 86 - Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

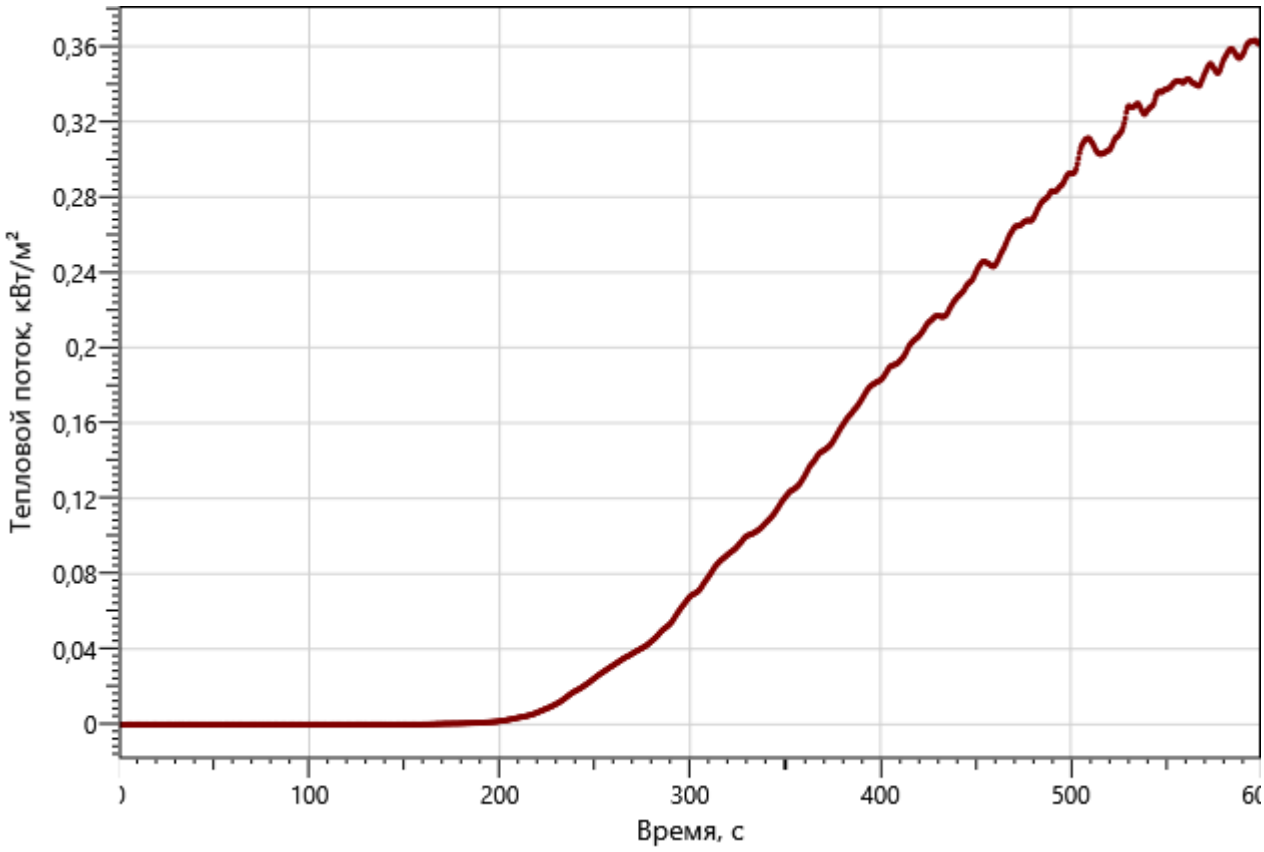


Рисунок 87 - Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

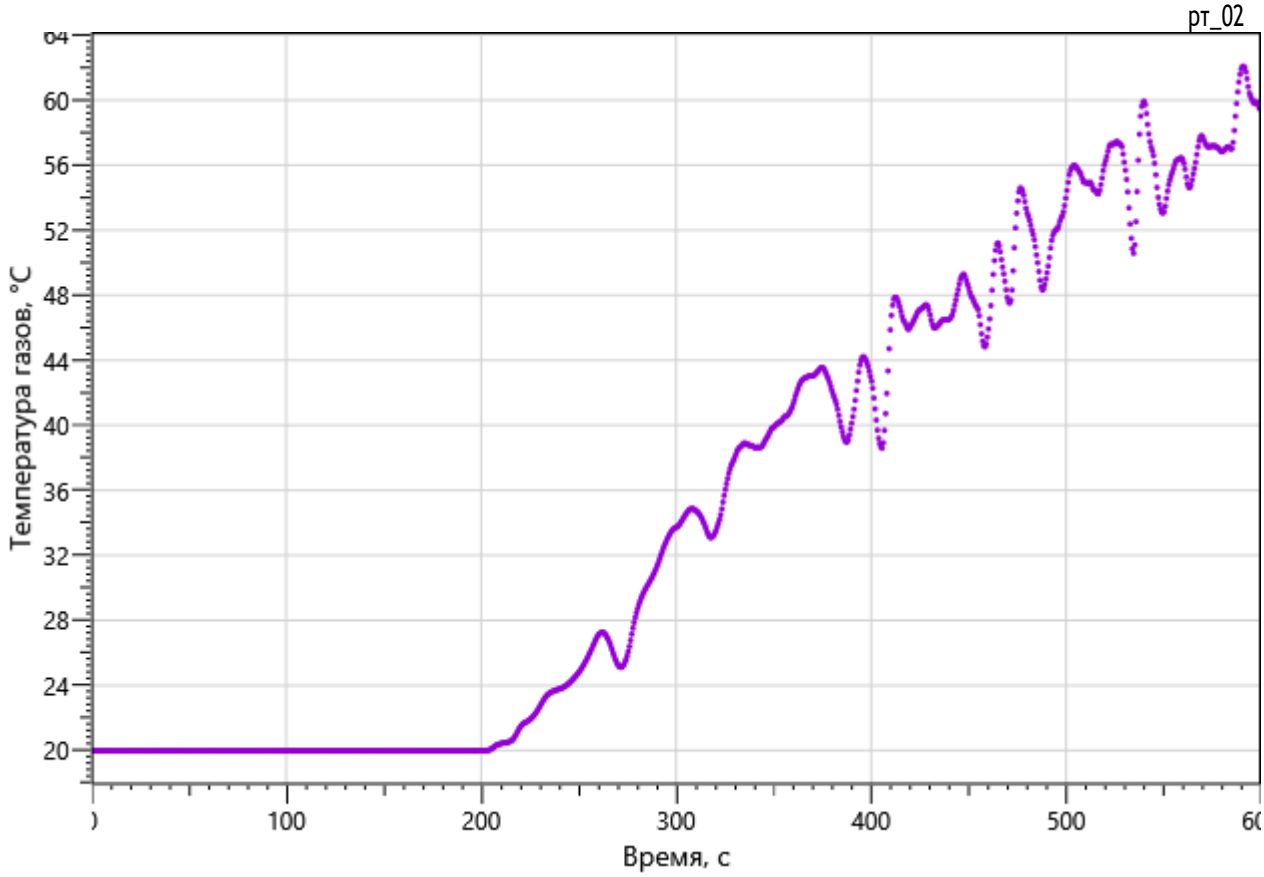


Рисунок 88 - Зависимость температуры от длительности пожара

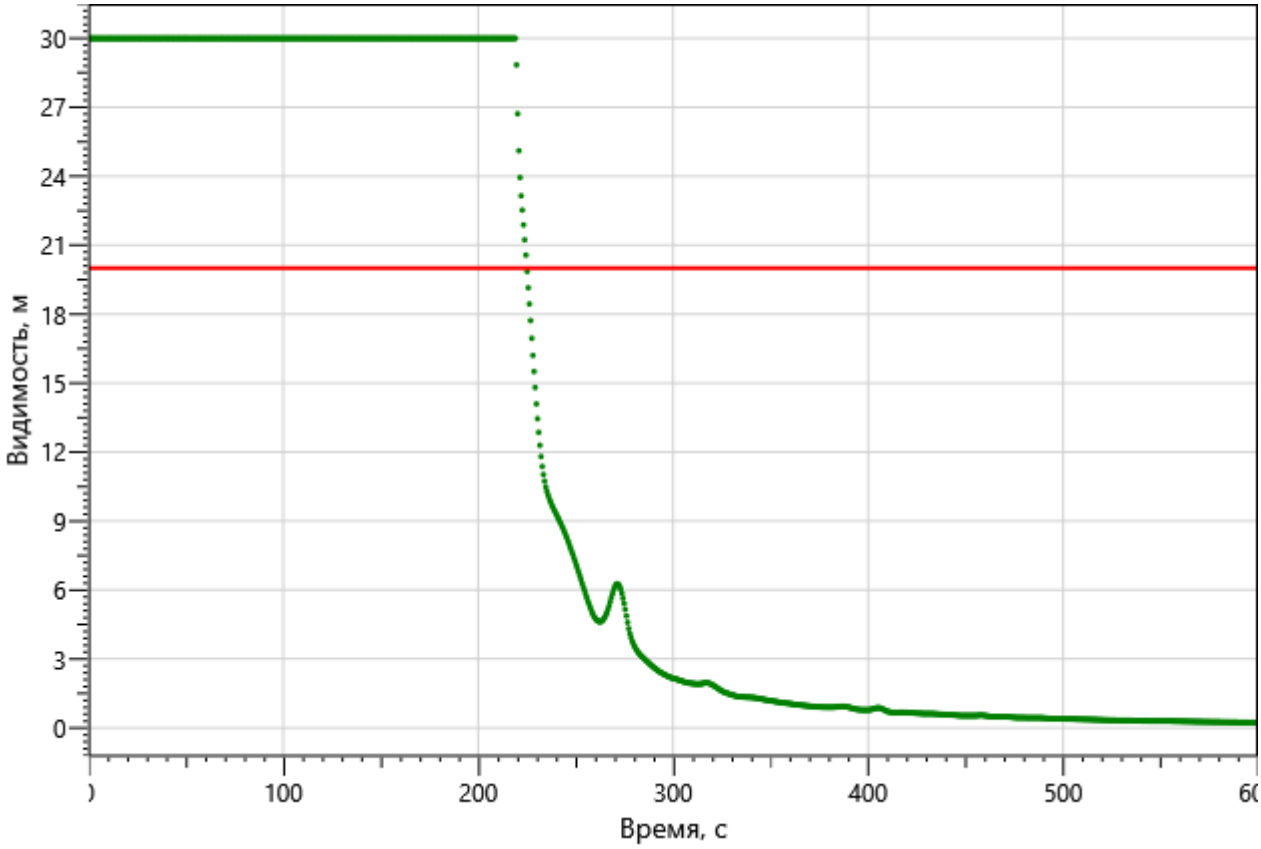


Рисунок 89 - Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

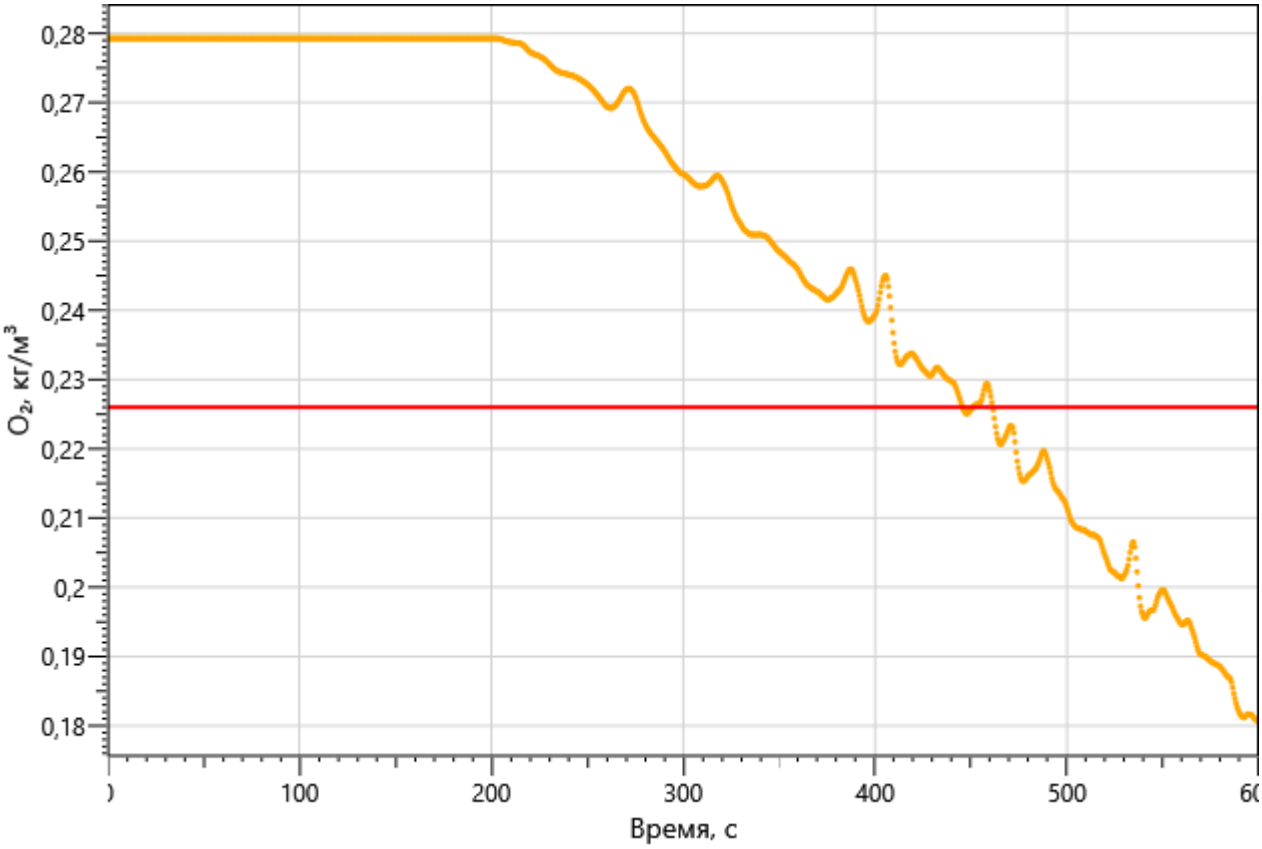


Рисунок 90 - Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

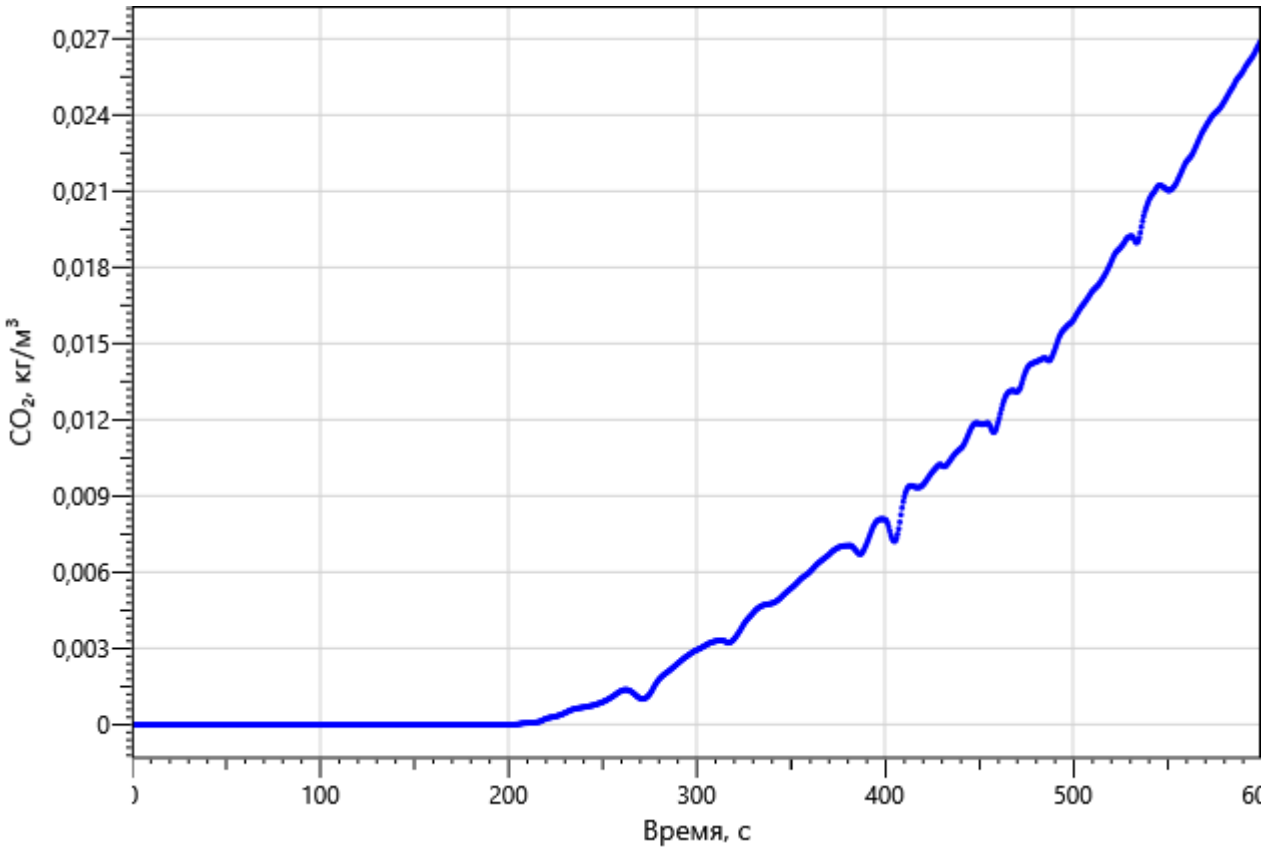


Рисунок 91 - Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

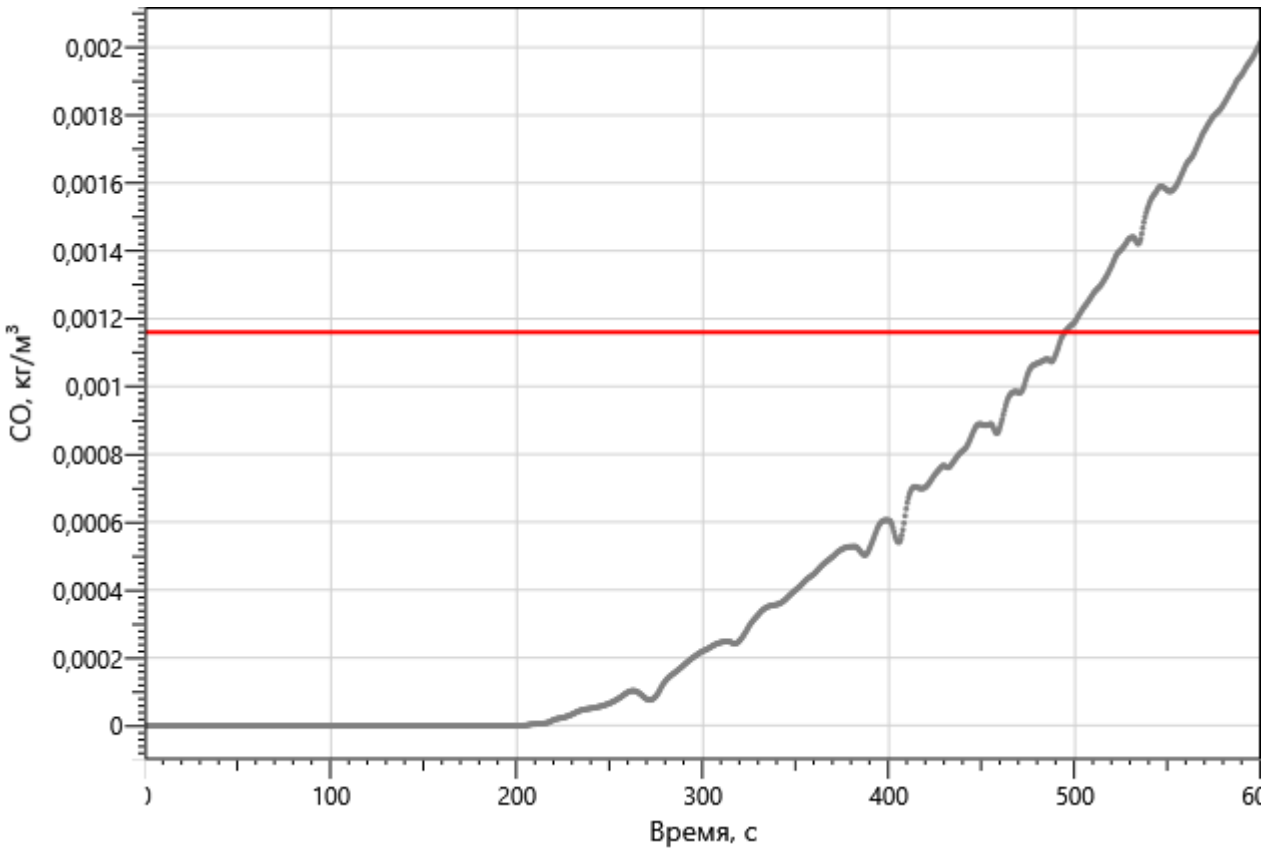


Рисунок 92 - Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

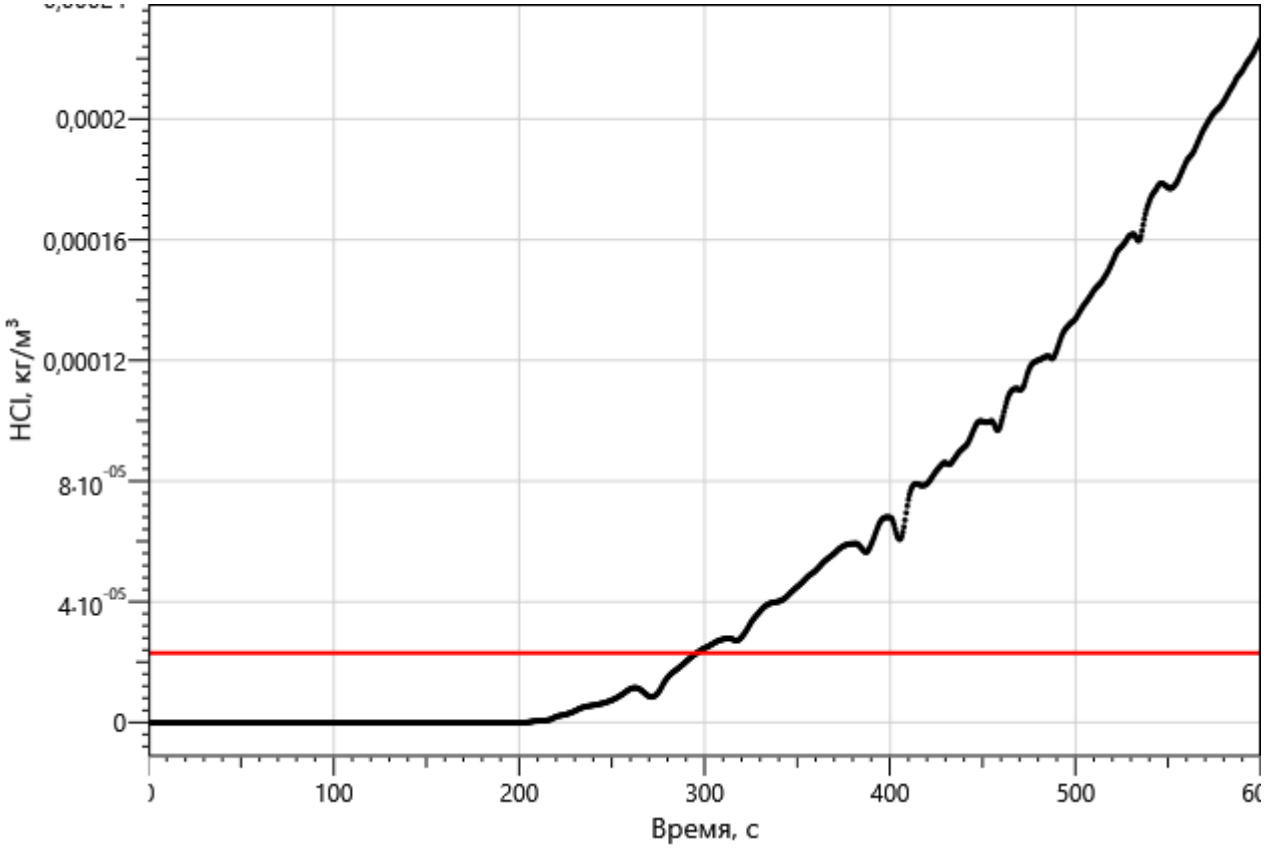


Рисунок 93 - Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

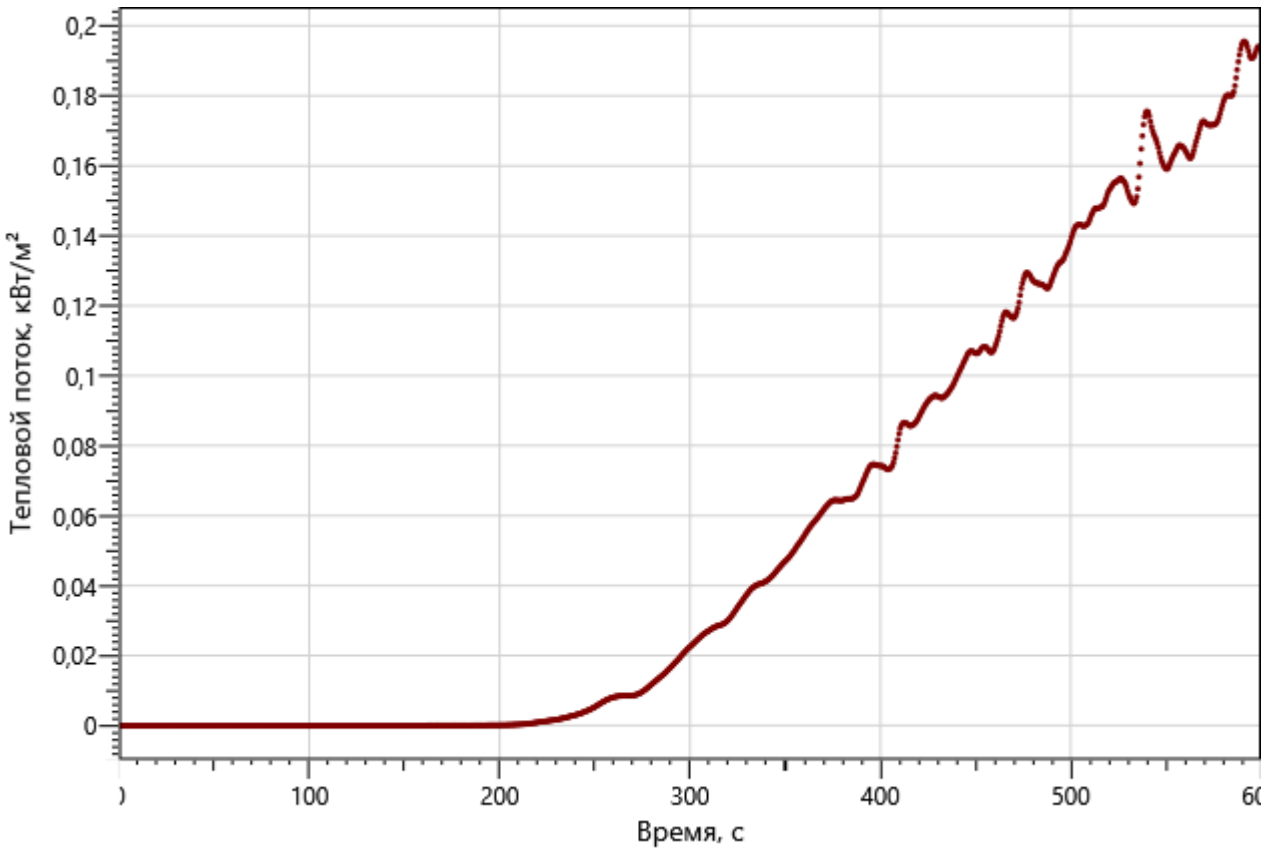


Рисунок 94 - Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

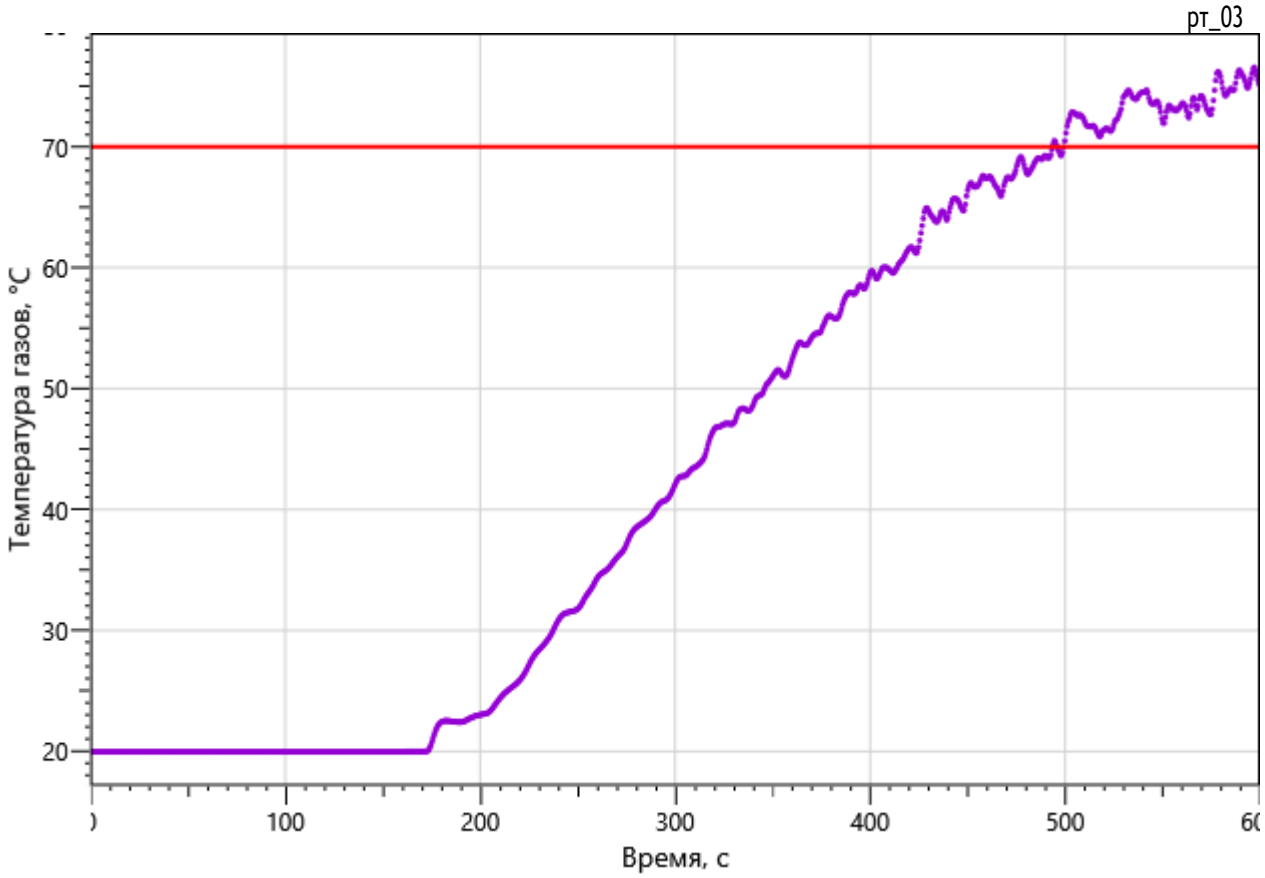


Рисунок 95 - Зависимость температуры от длительности пожара

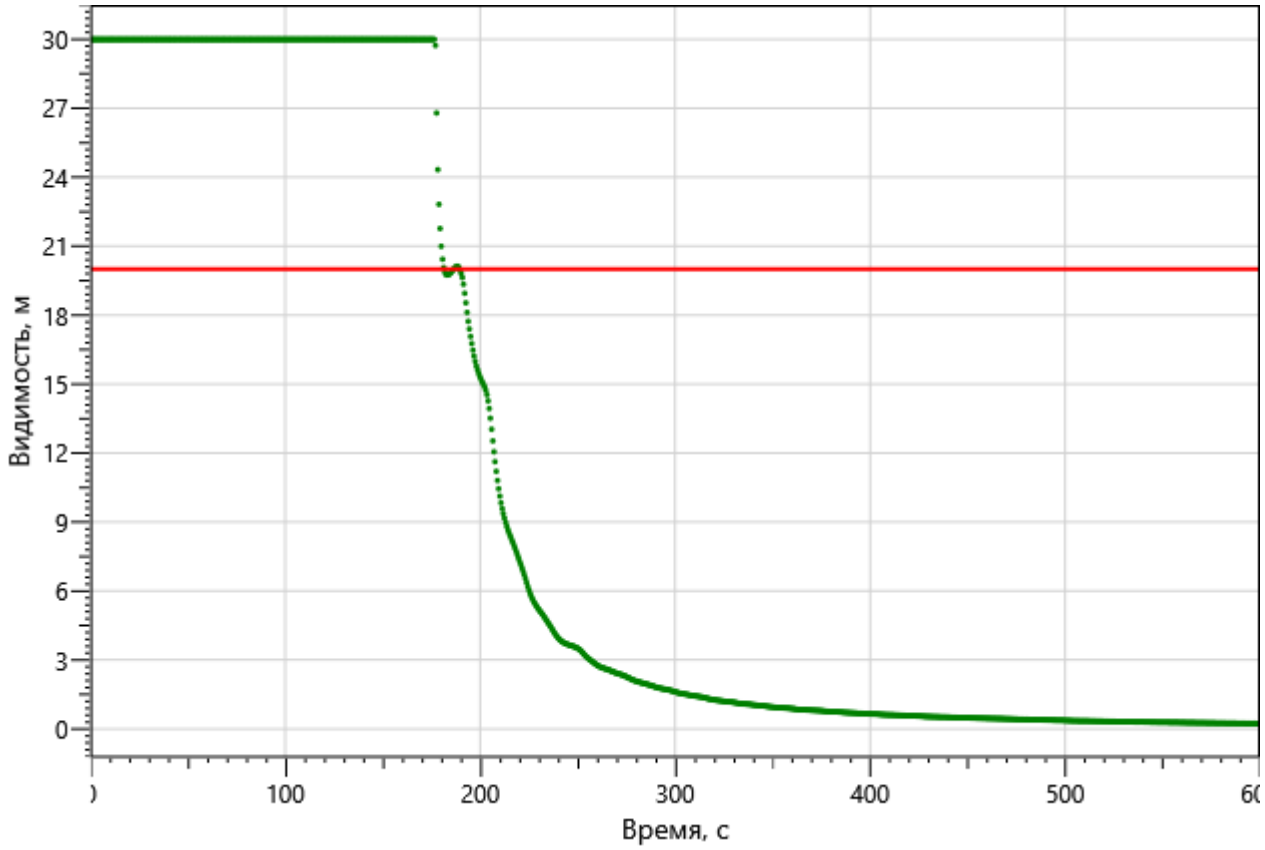


Рисунок 96 - Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

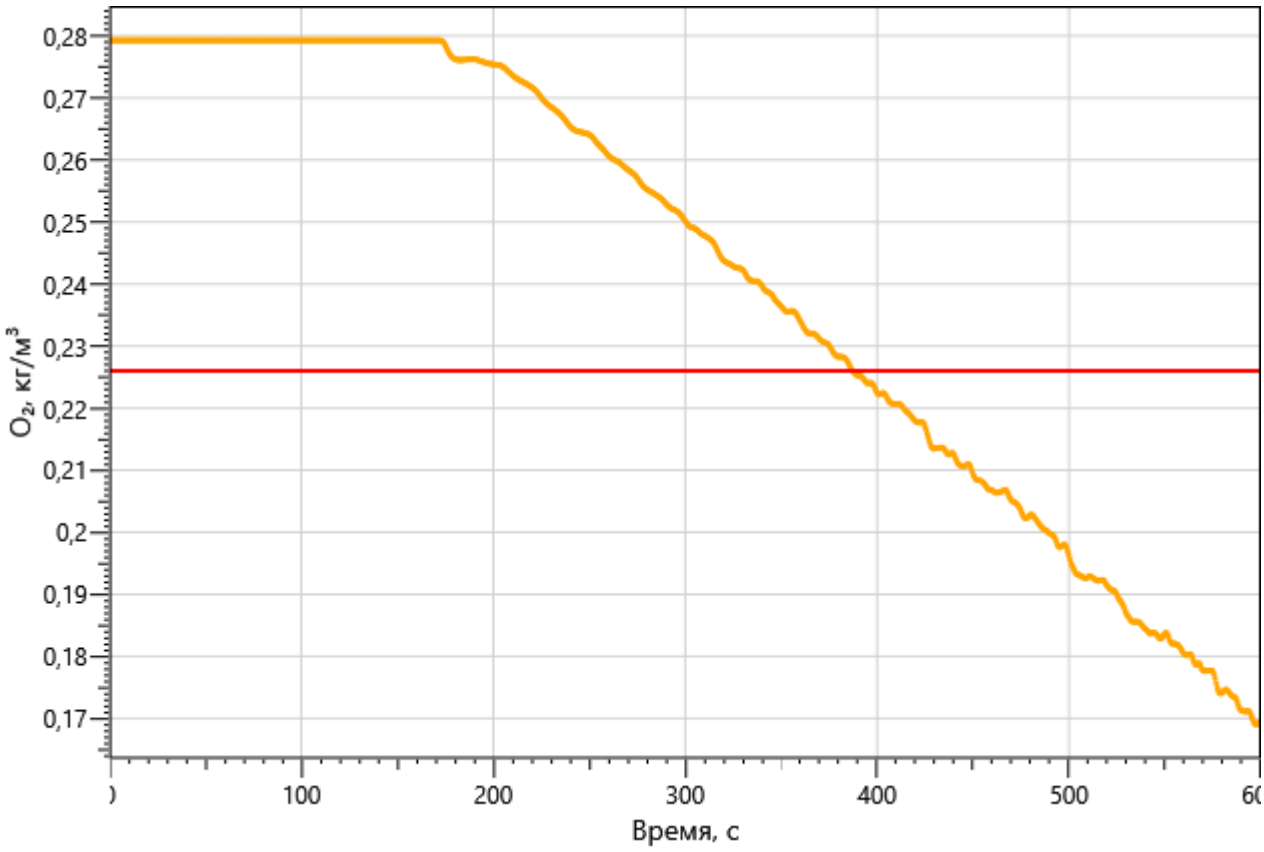


Рисунок 97 - Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

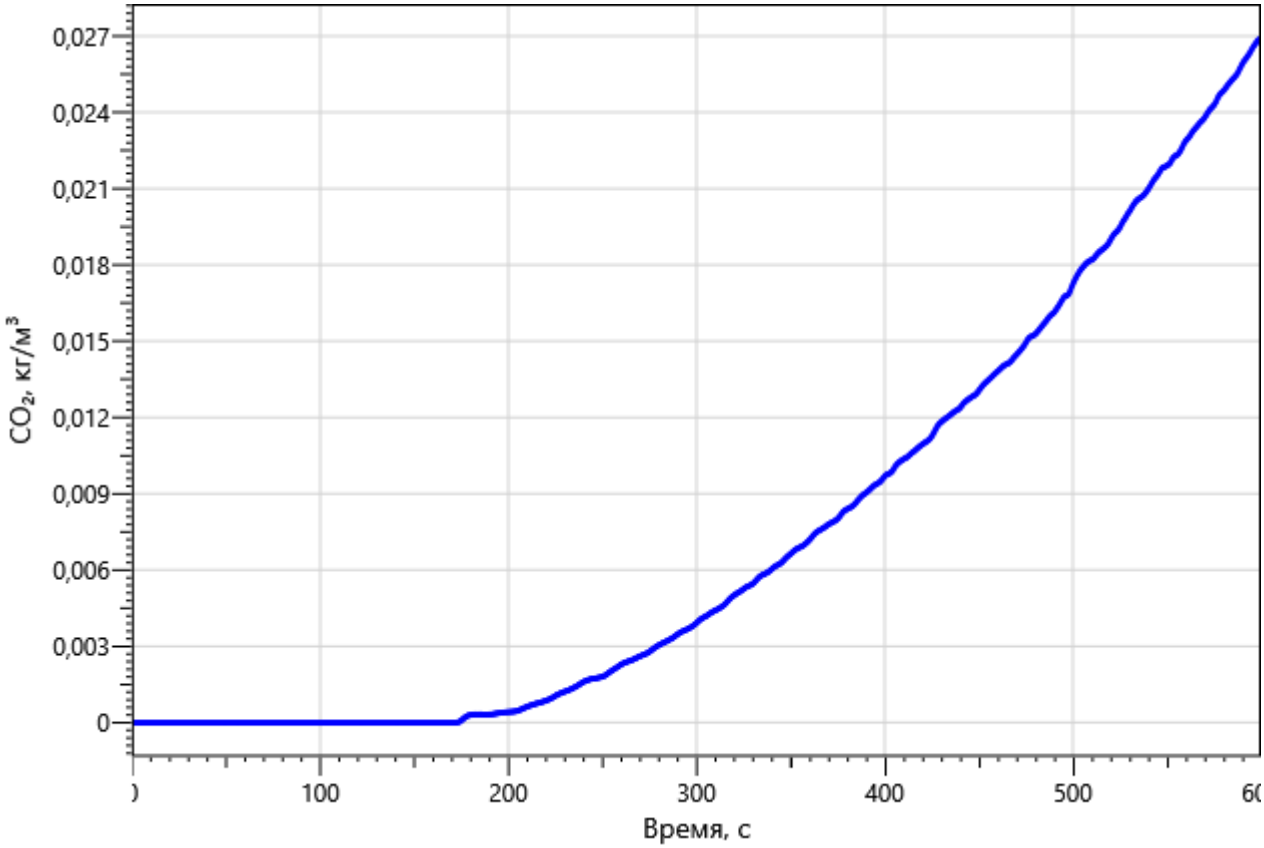


Рисунок 98 - Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

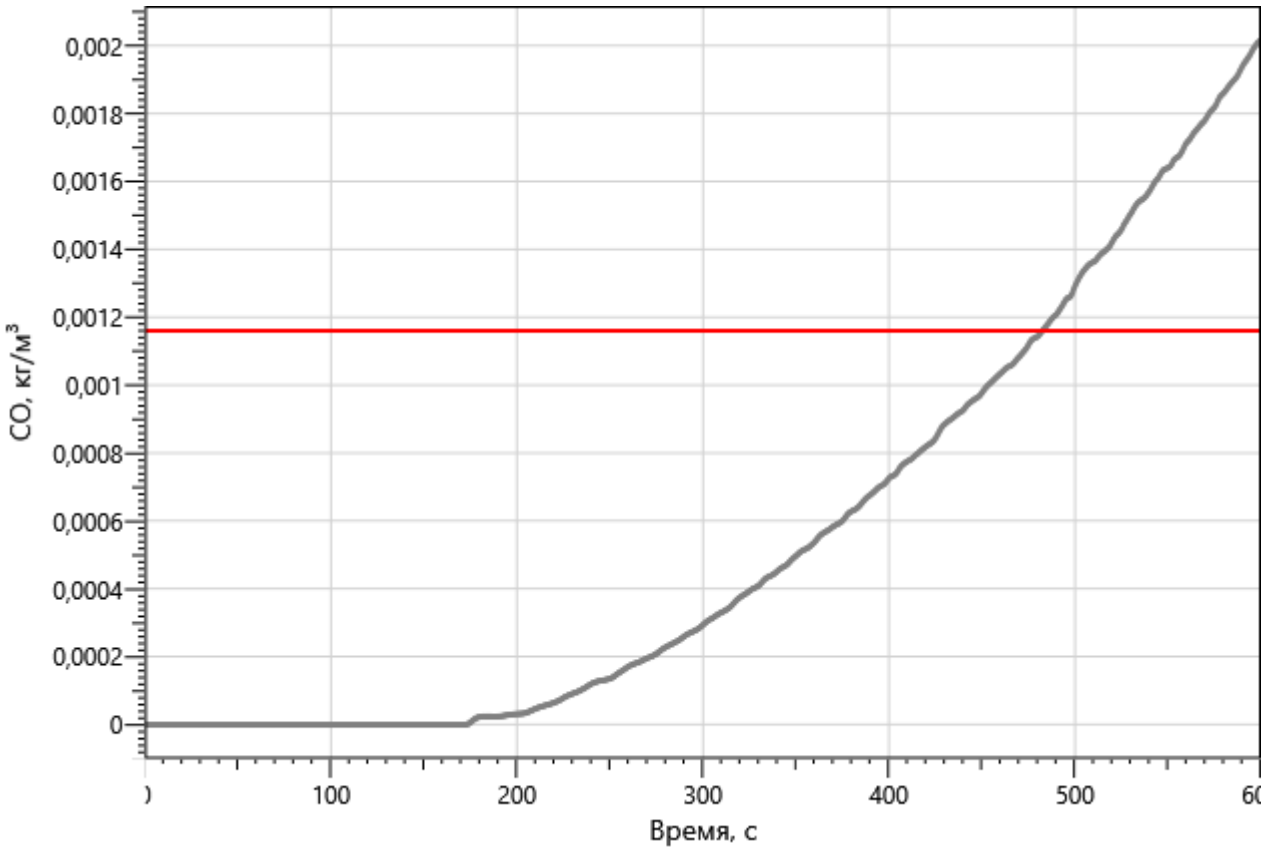


Рисунок 99 - Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

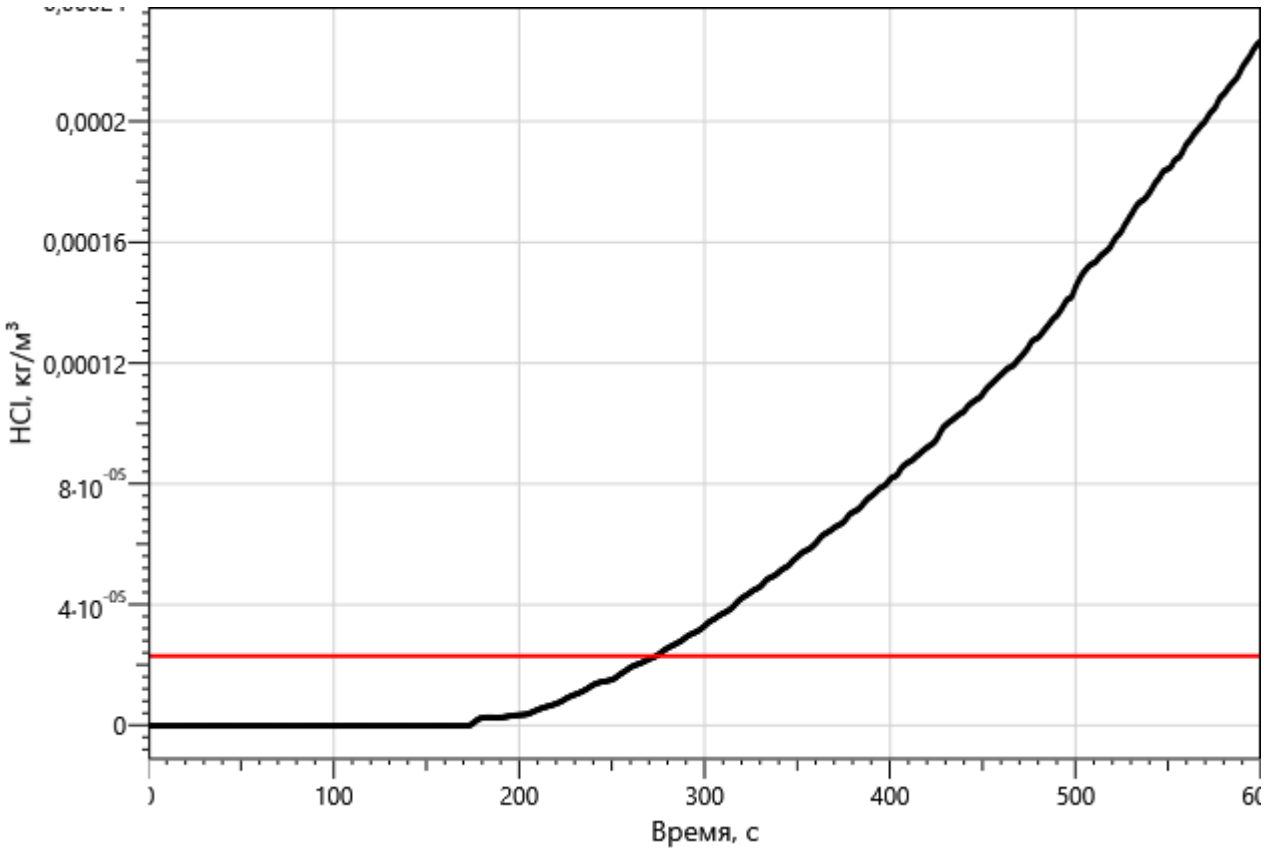


Рисунок 100 - Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

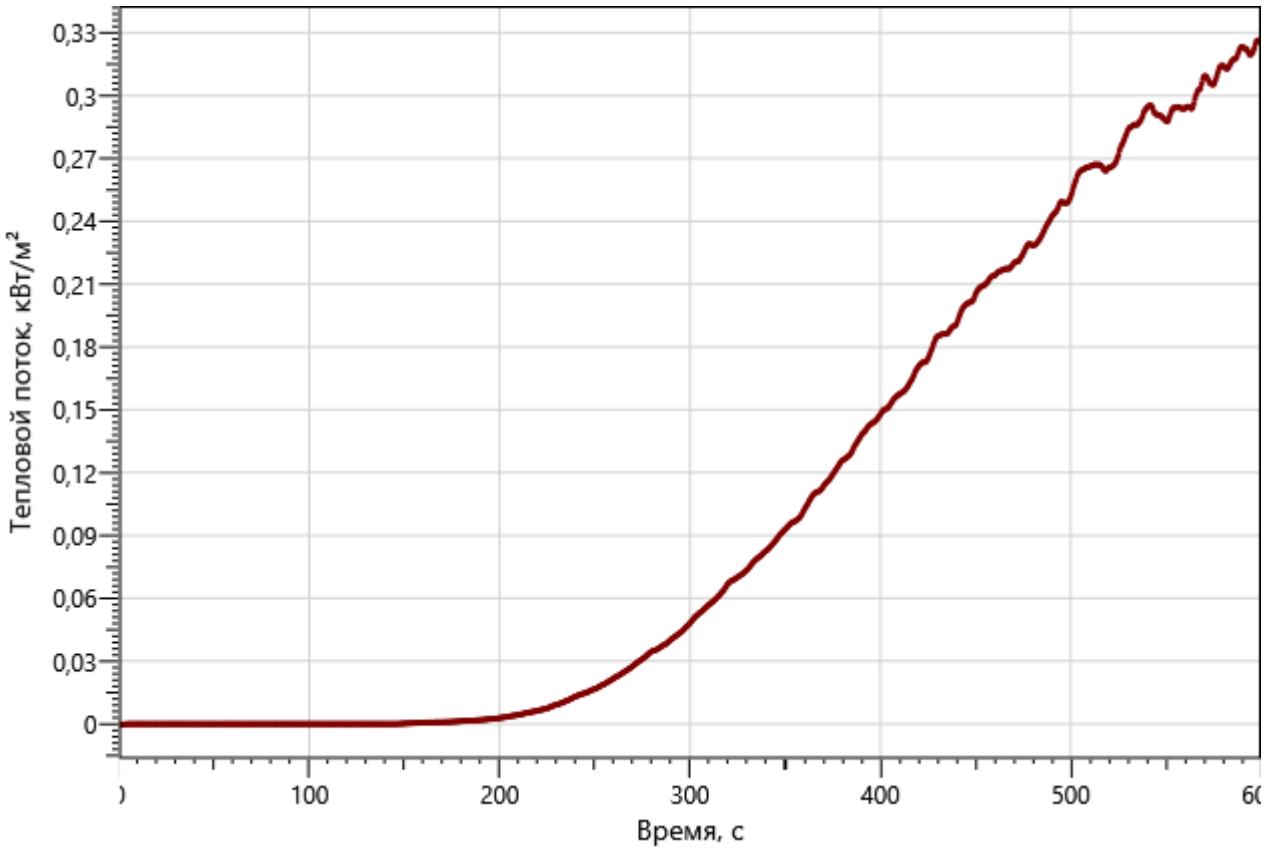


Рисунок 101 - Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

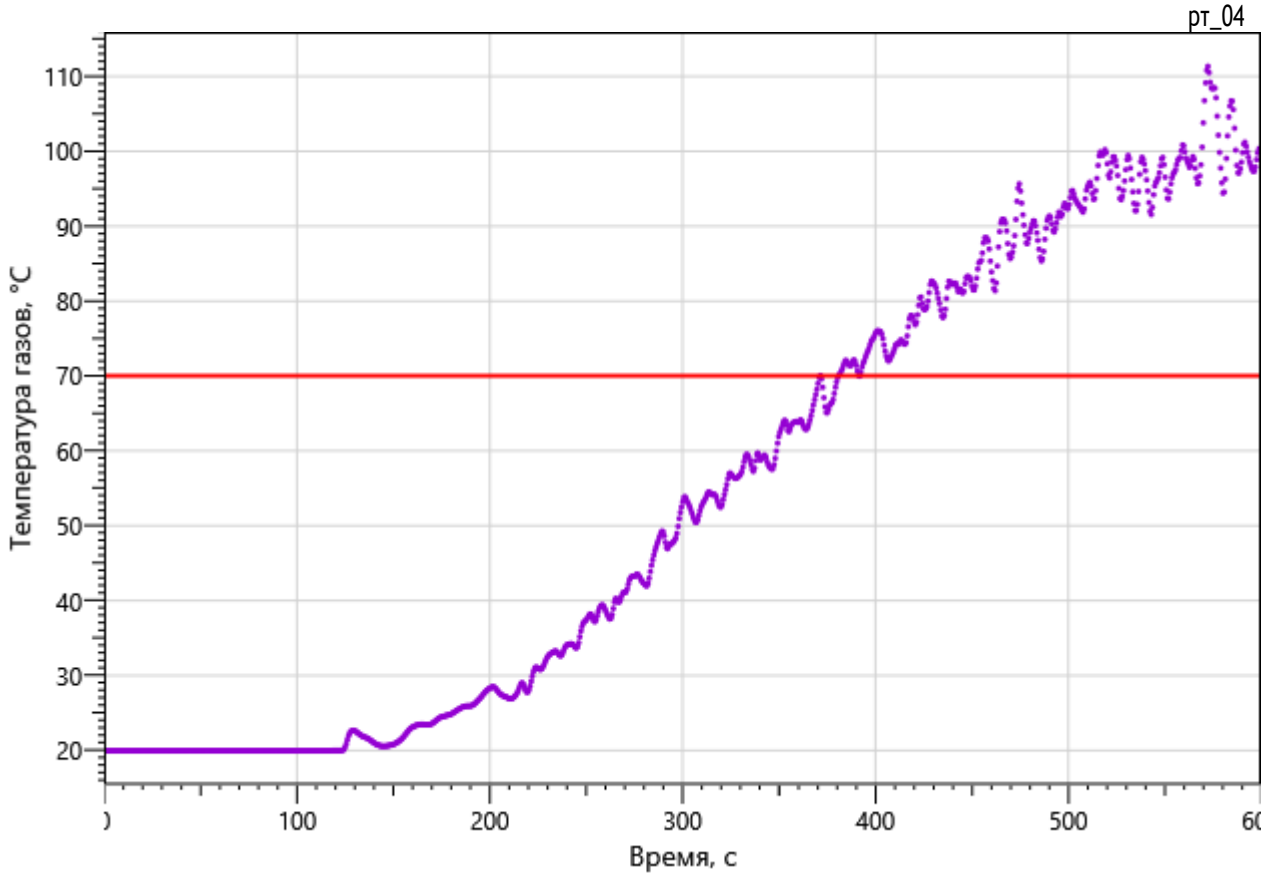


Рисунок 102 - Зависимость температуры от длительности пожара

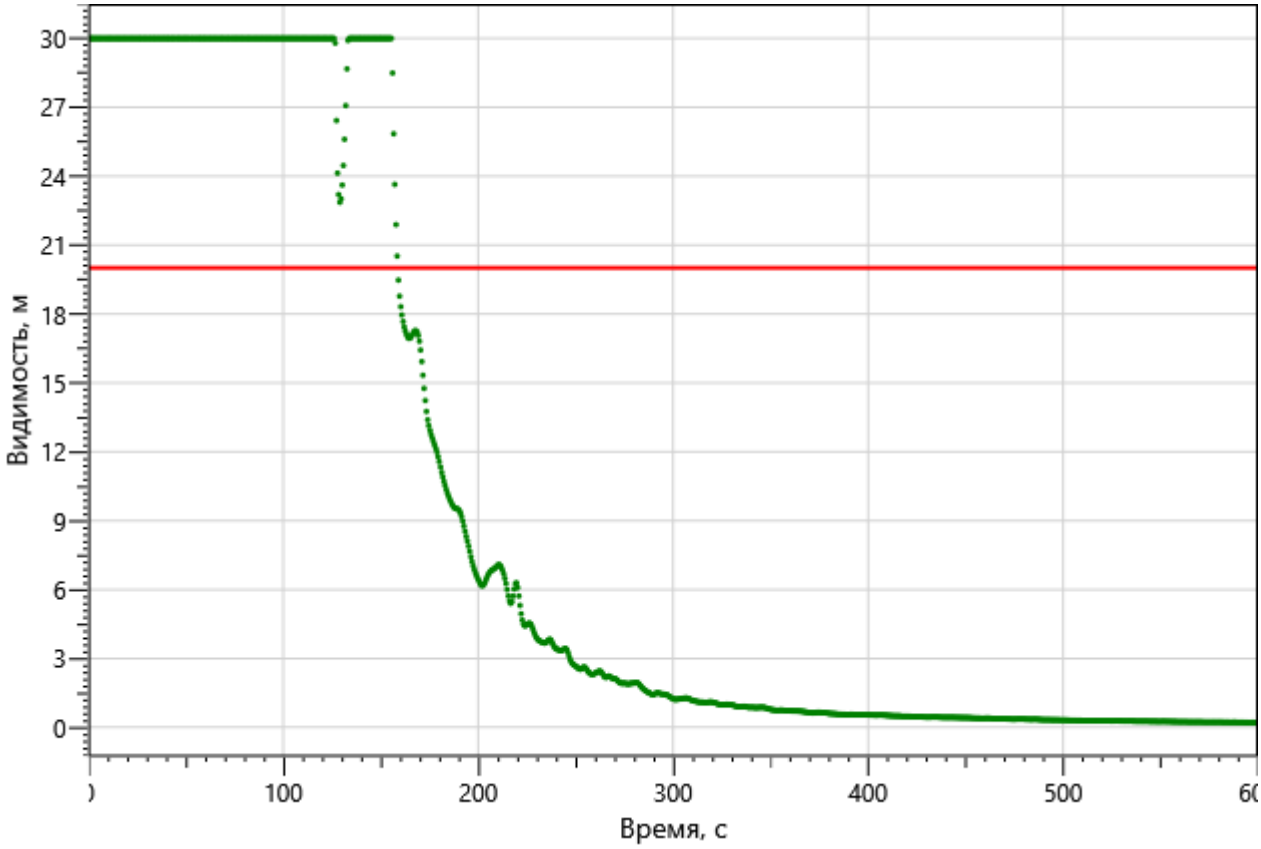


Рисунок 103 - Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

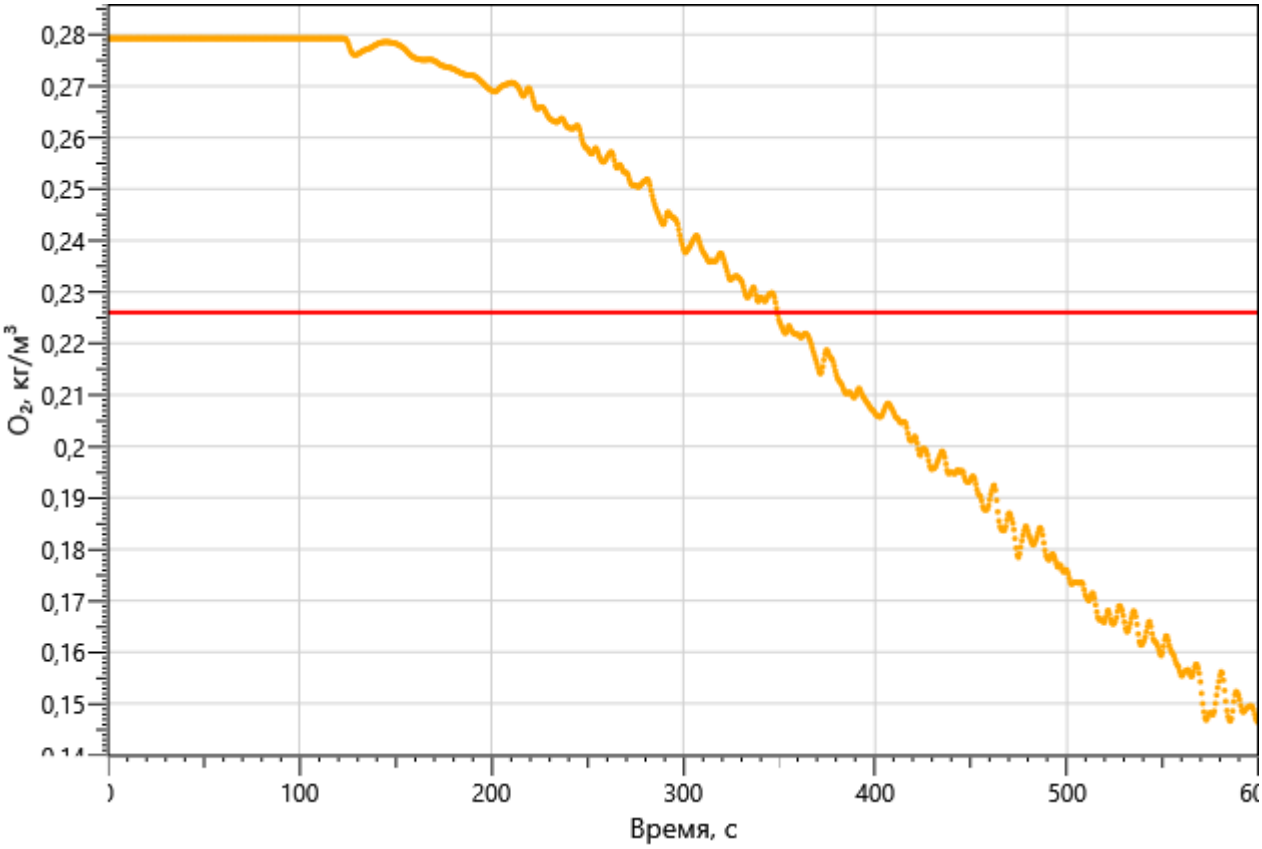


Рисунок 104 - Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

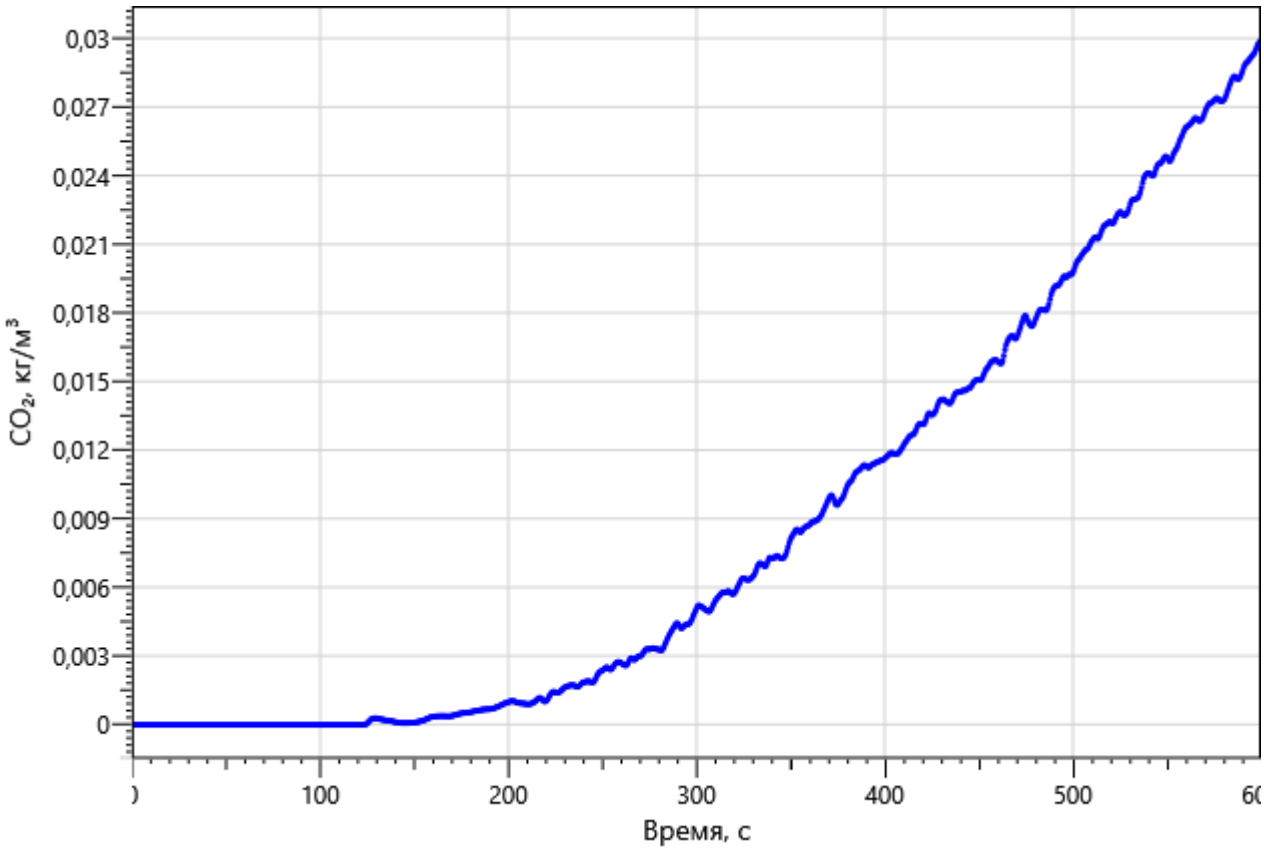


Рисунок 105 - Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

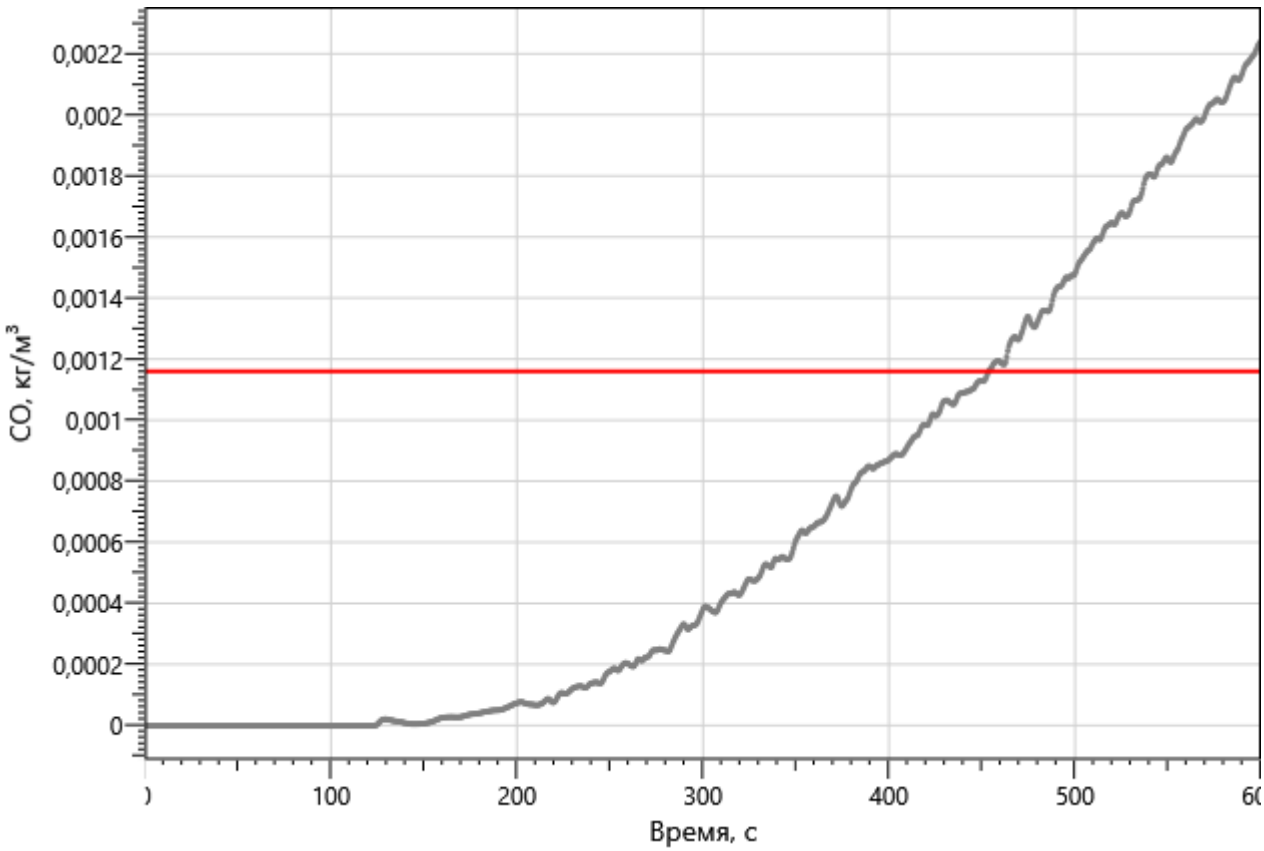


Рисунок 106 - Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

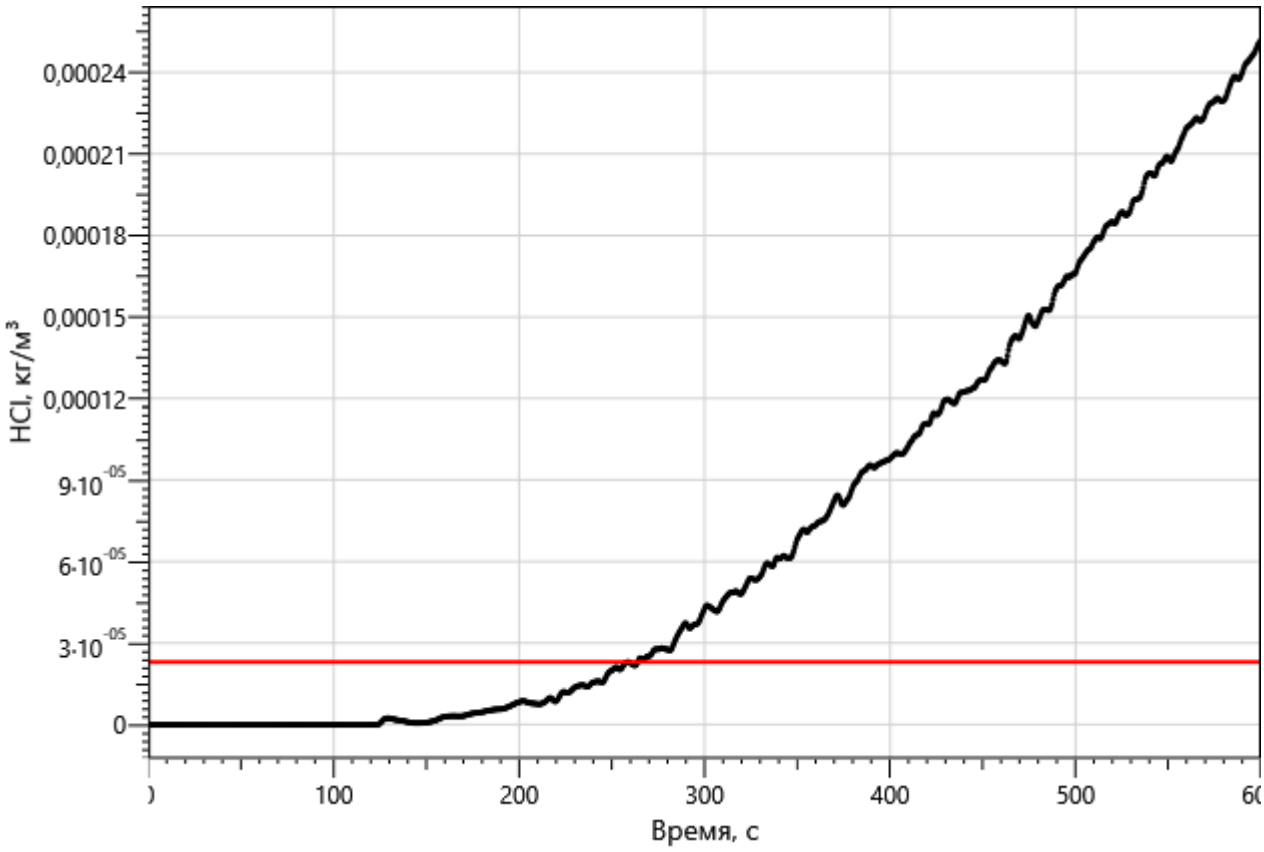


Рисунок 107 - Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

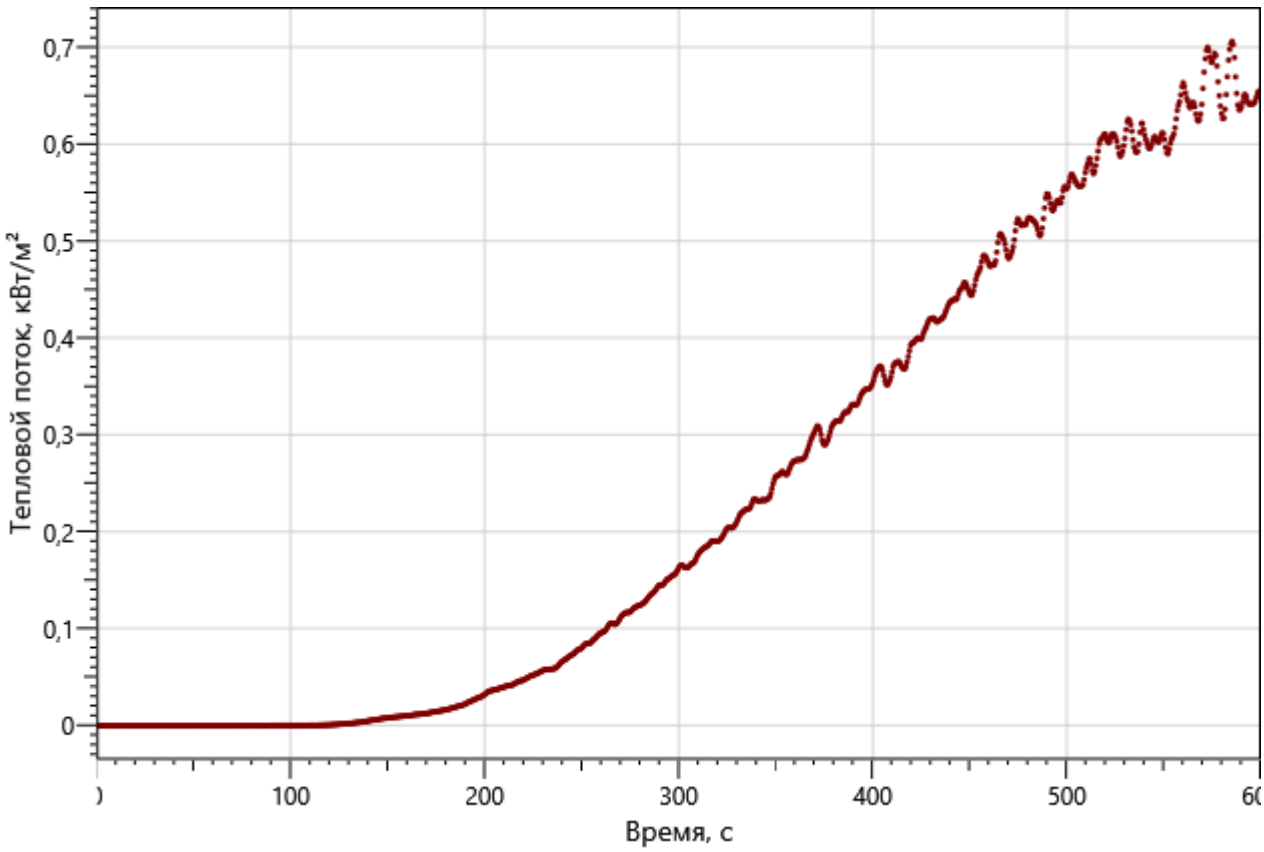


Рисунок 108 - Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

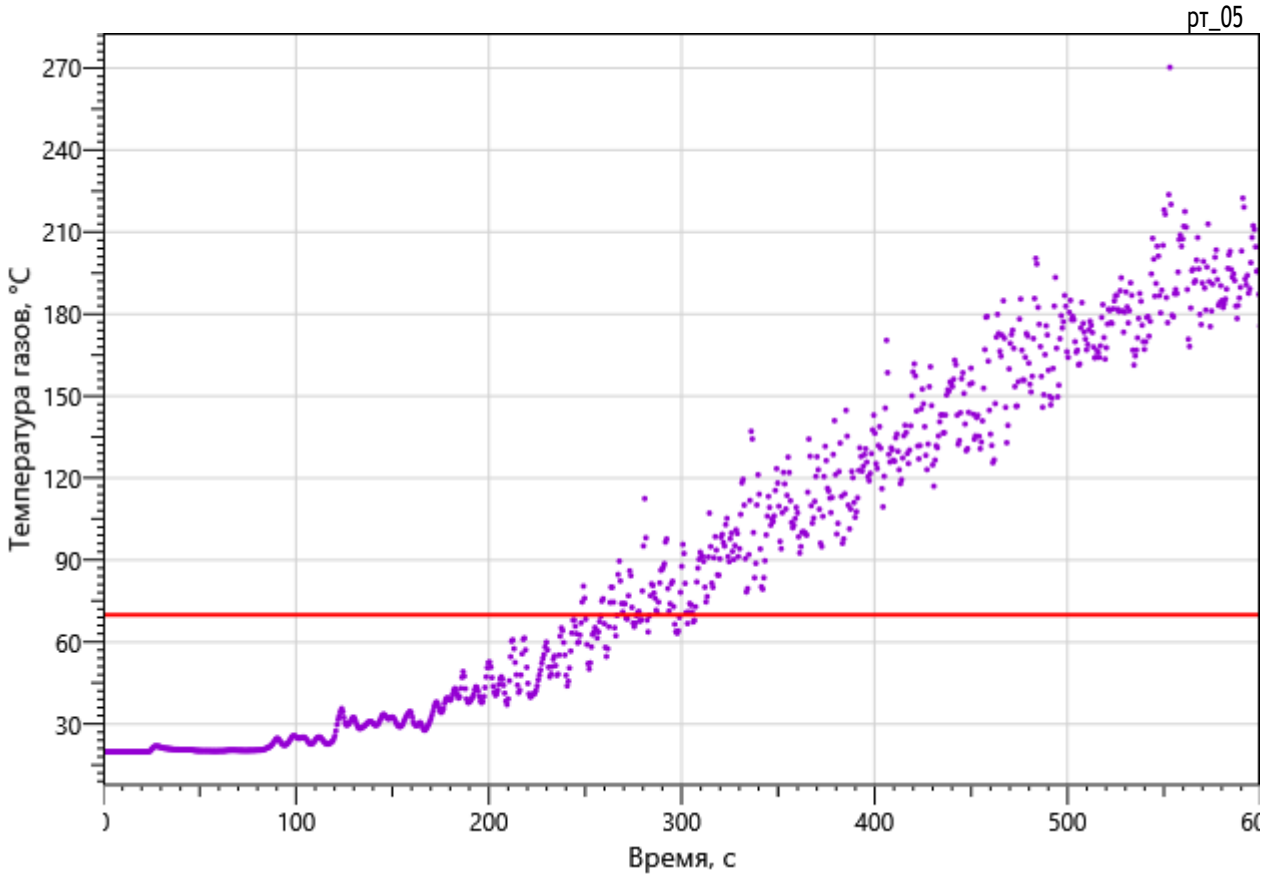


Рисунок 109 - Зависимость температуры от длительности пожара

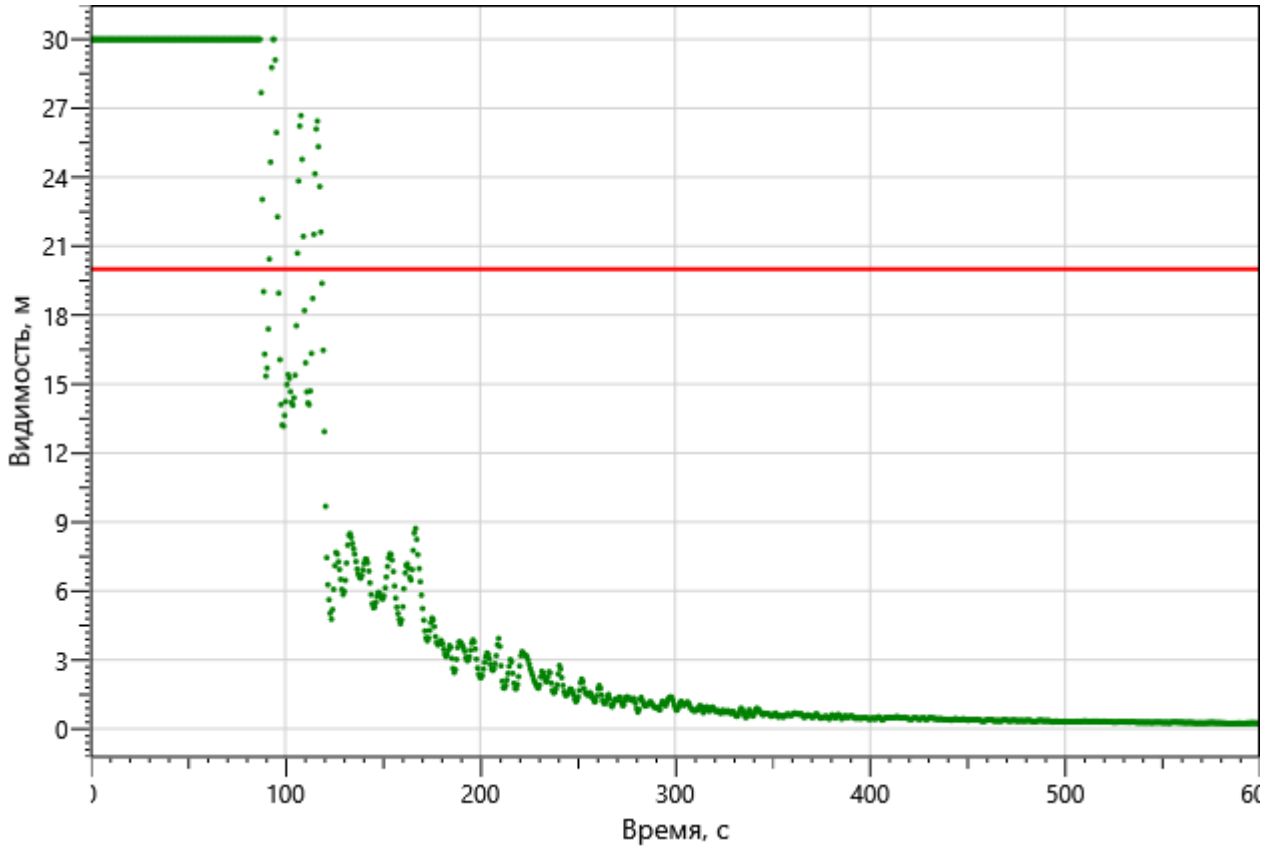


Рисунок 110 - Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

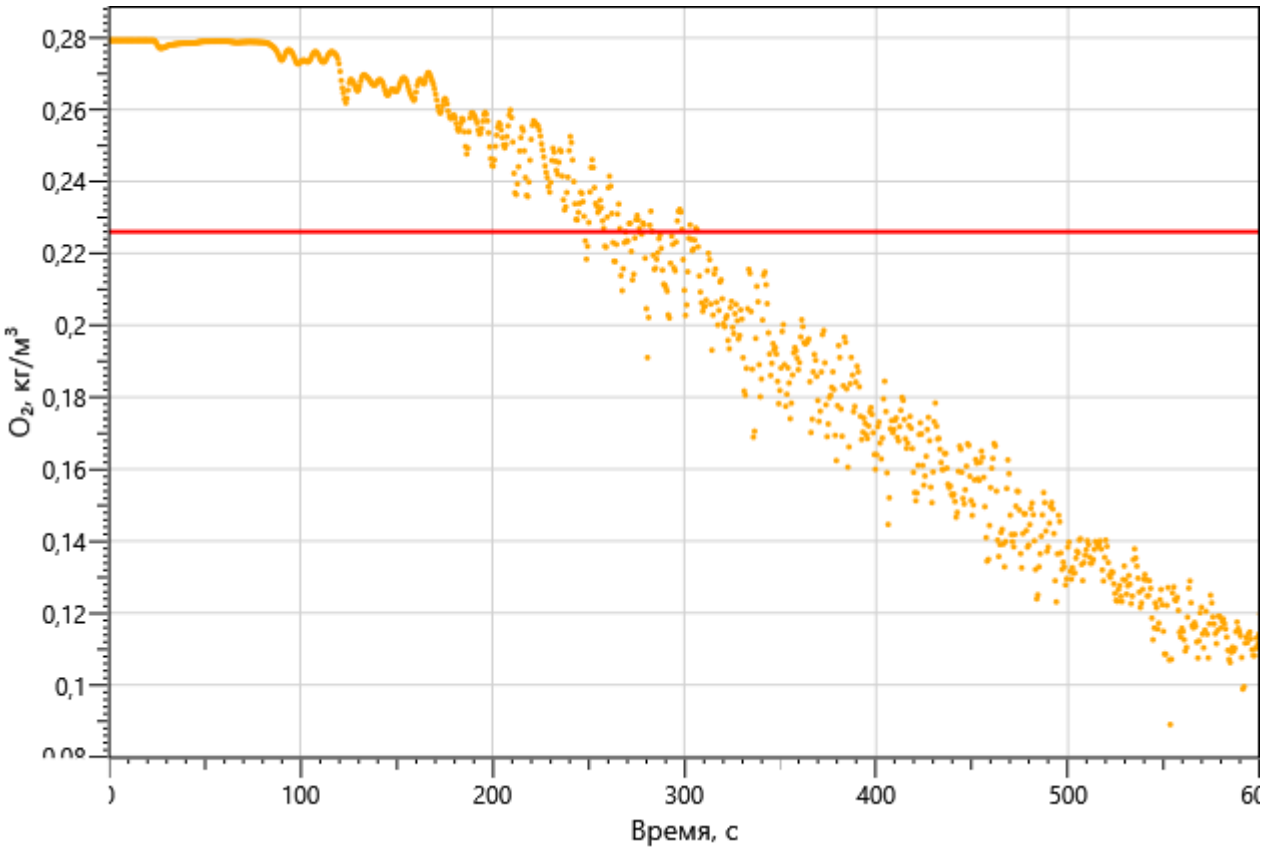


Рисунок 111 - Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

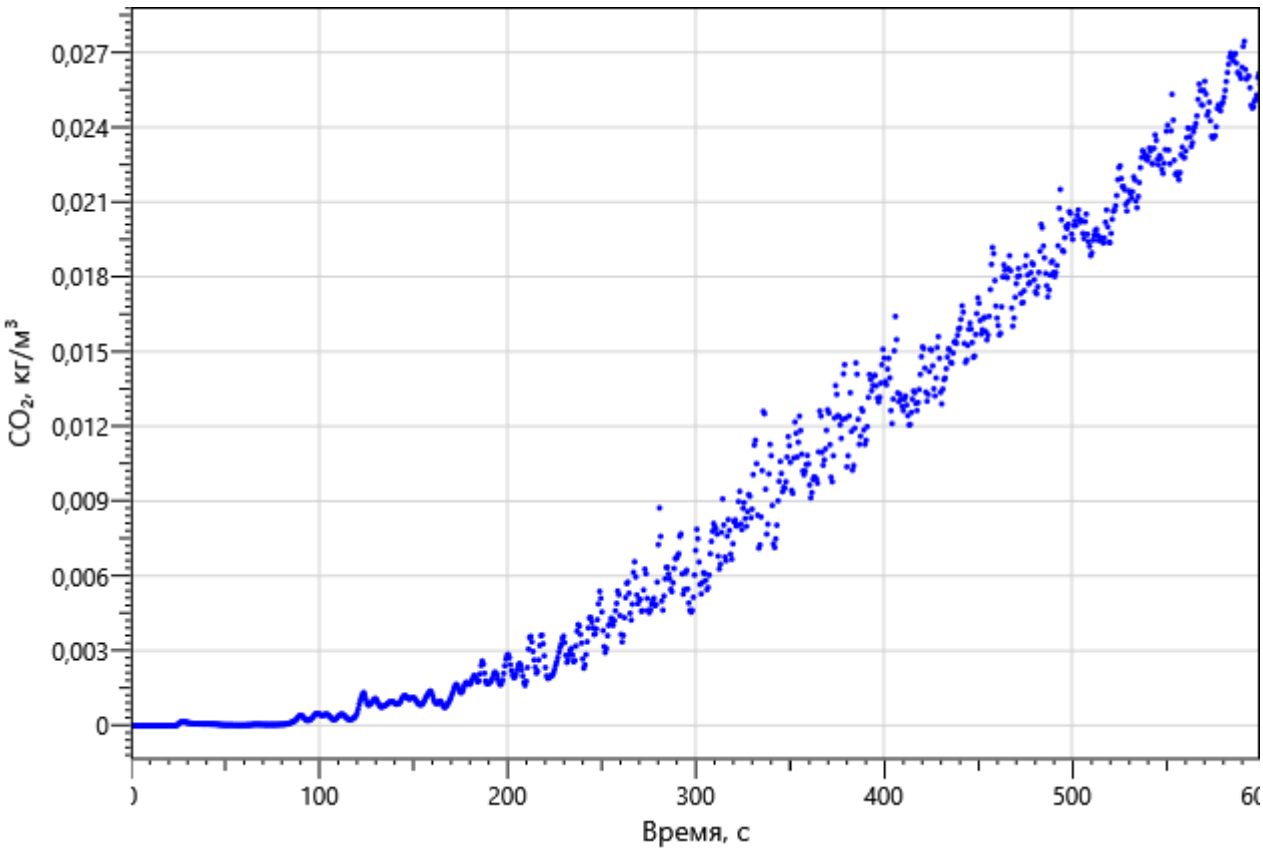


Рисунок 112 - Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

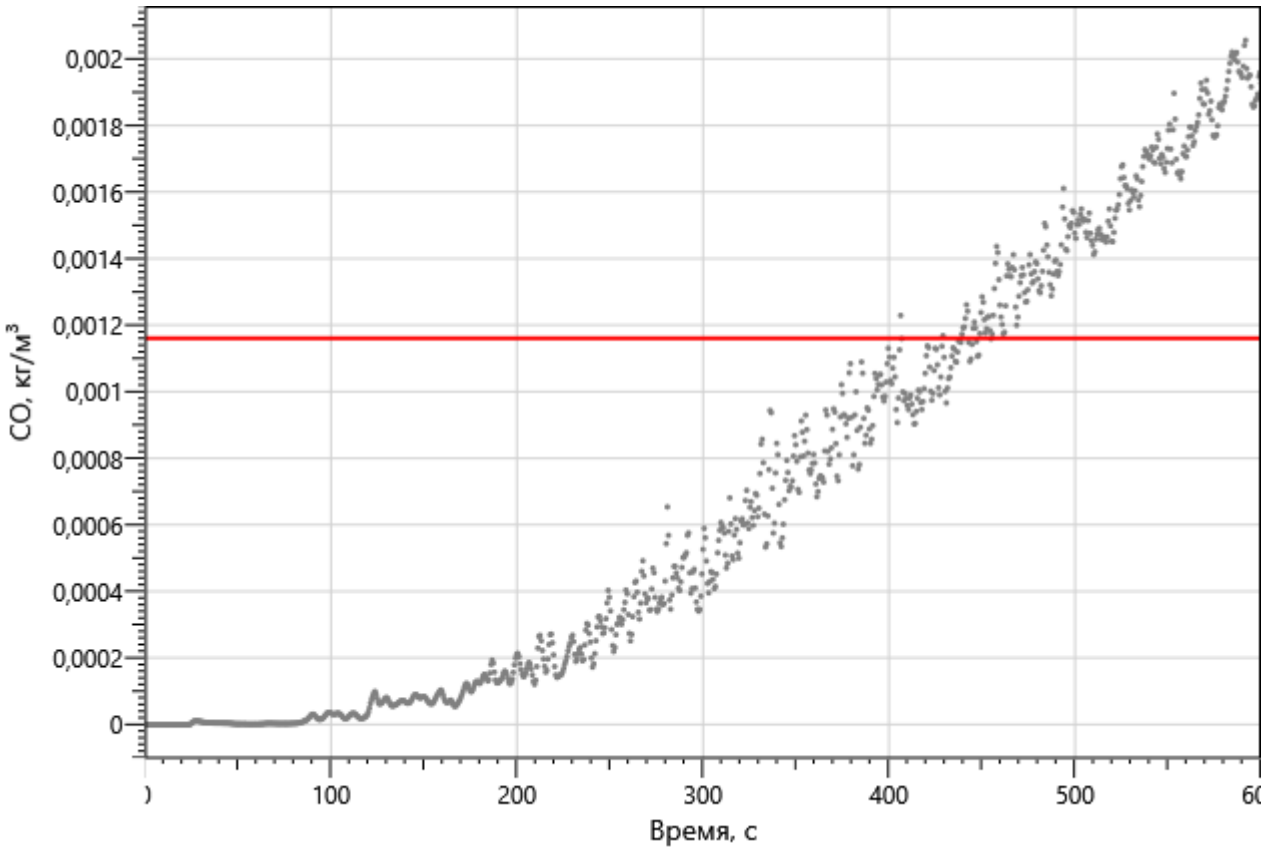


Рисунок 113 - Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

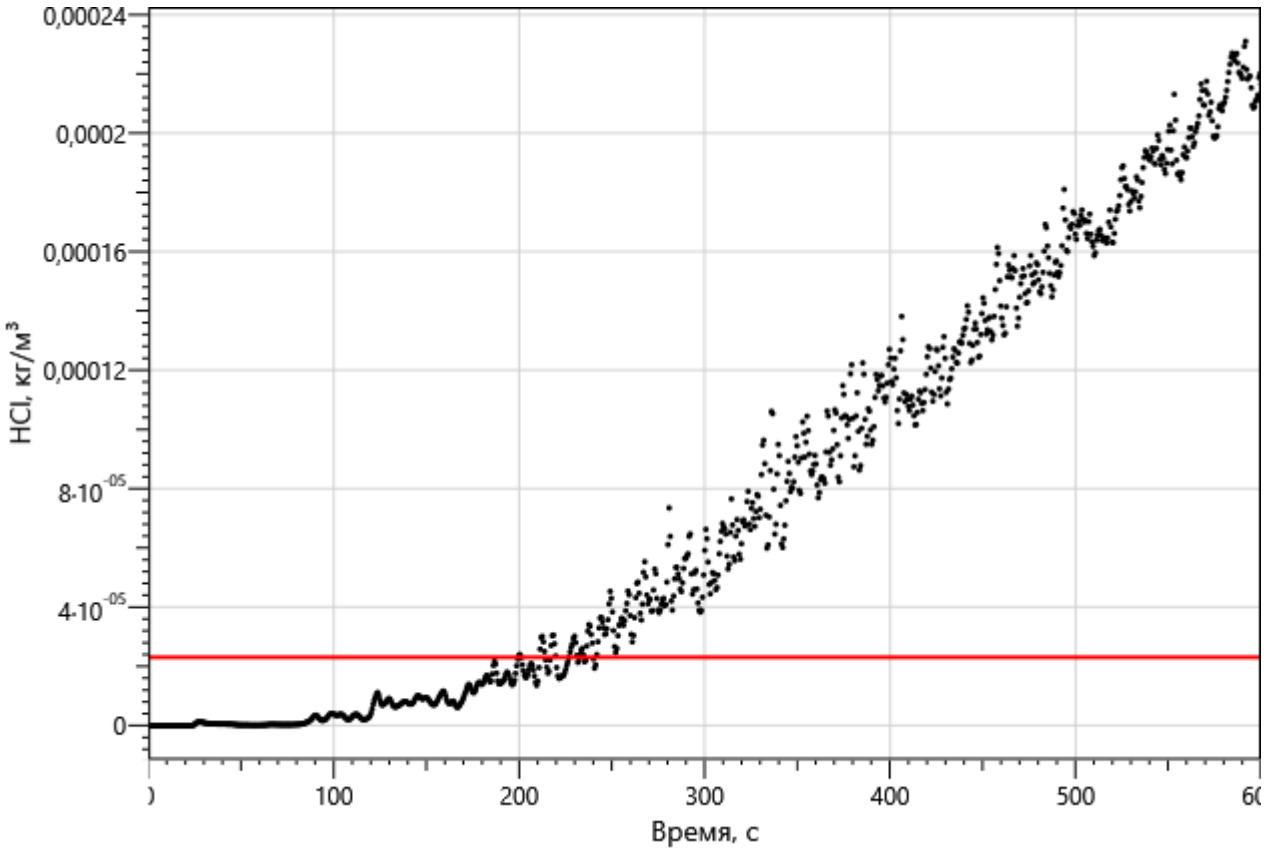


Рисунок 114 - Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

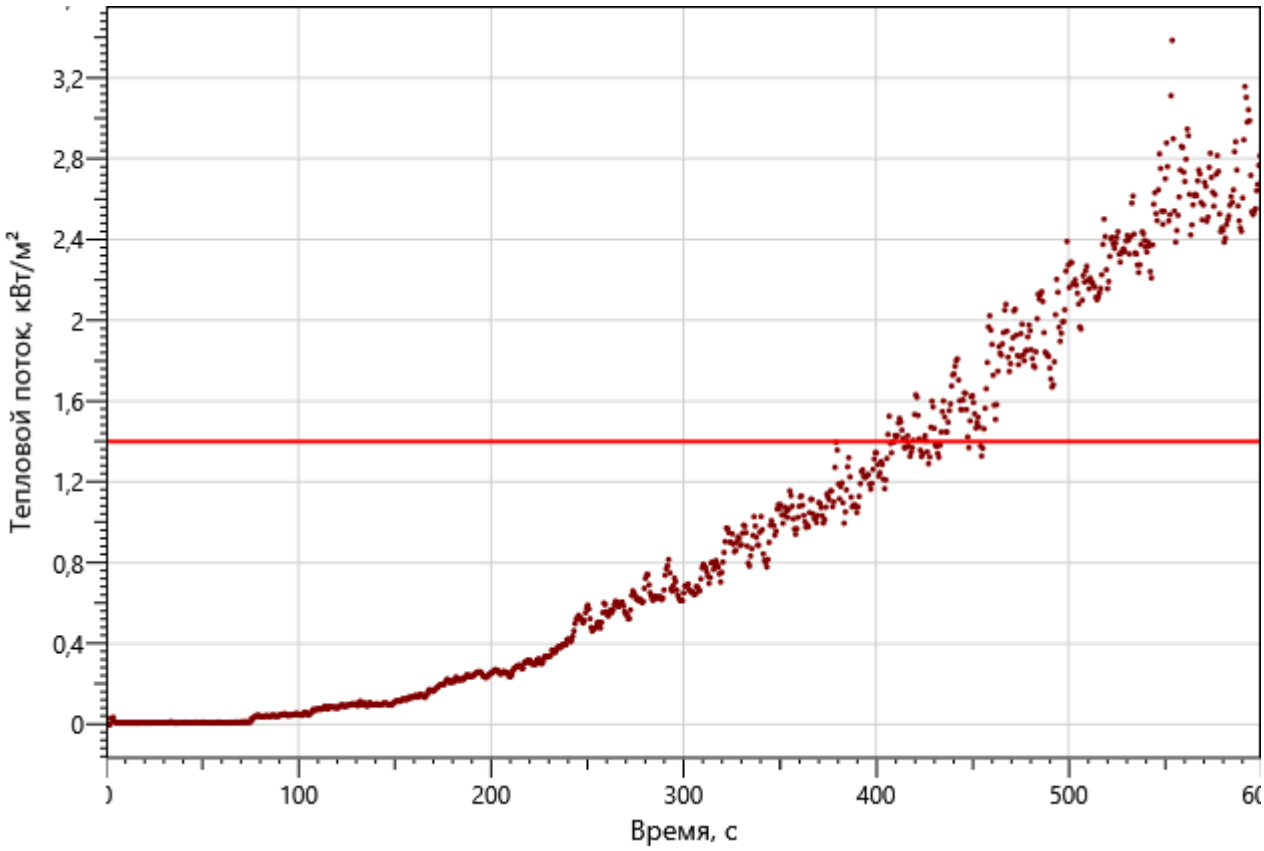


Рисунок 115 - Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

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

Пожар происходит в помещении подземной автостоянки на минус 1-м этаже в пожарном отсеке ПО№4. ОФП распространяются по помещению и за его пределы, при этом блокируют ближайшие эвакуационные выходы.

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

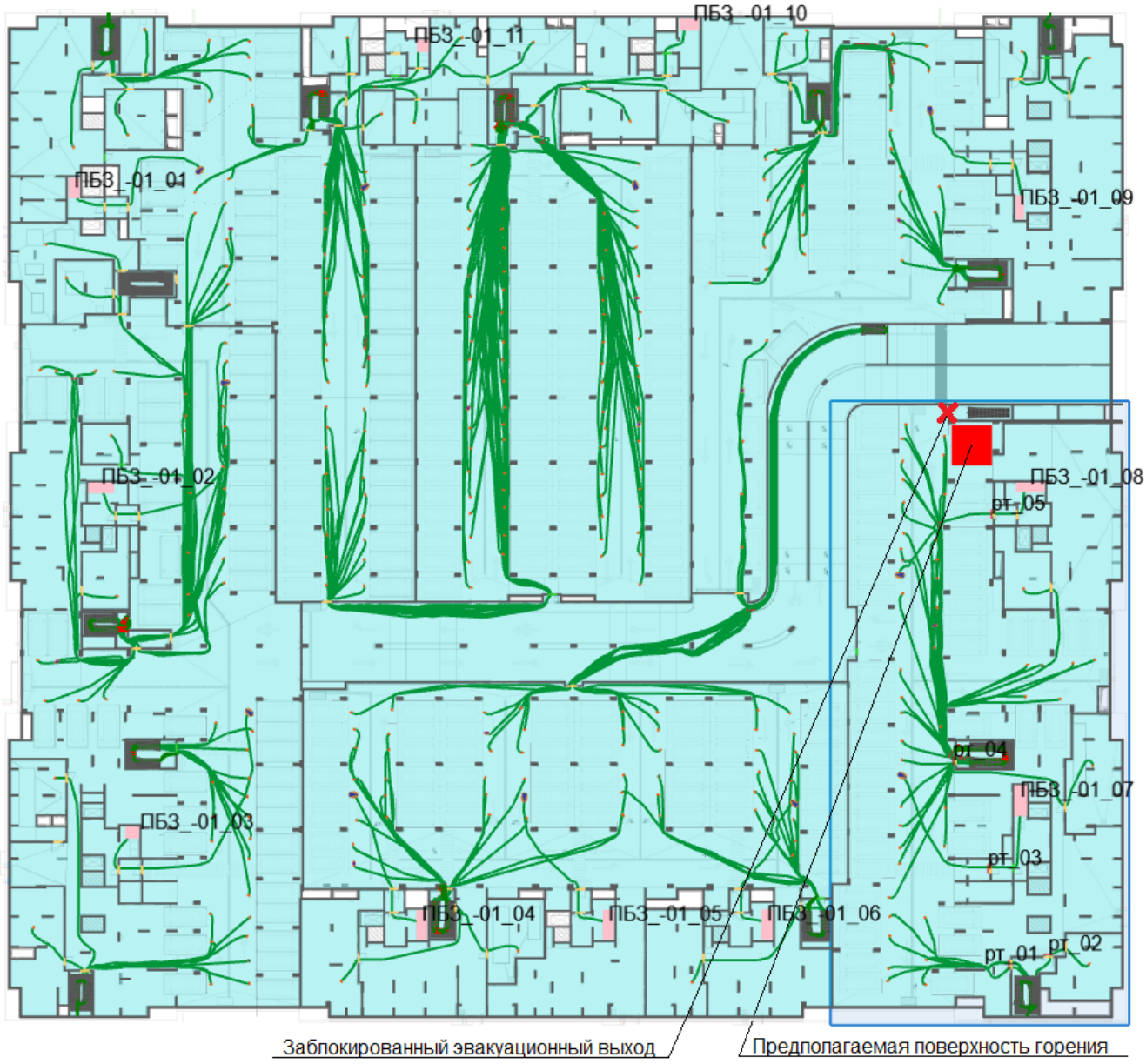


Рисунок 116 - План минус 1-го этажа и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации



Рисунок 117 - План 1-го этажа и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации

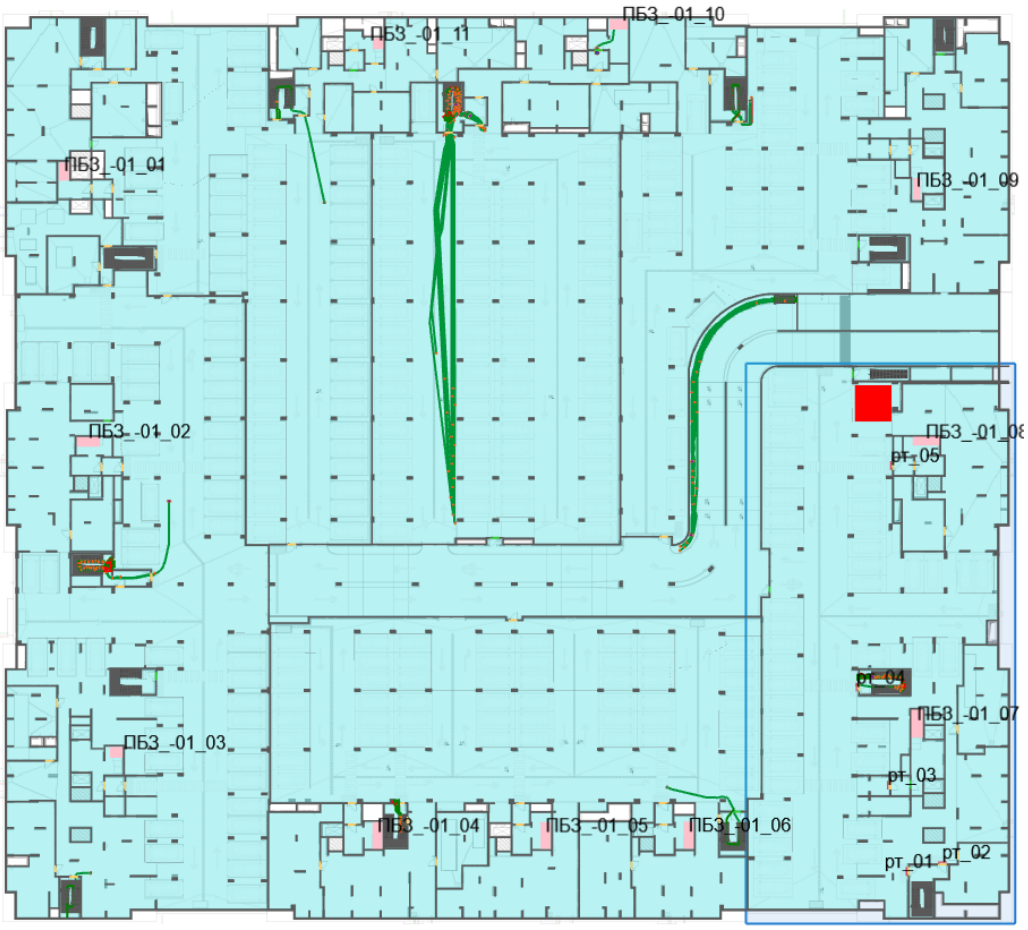


Рисунок 118 - План минус 1-го этажа и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации (расположение людей на момент полной эвакуации людей из пожарного отсека с очагом пожара -1 мин. 6 сек.)

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: $t_{НЭ} = 26,7$ с

Время эвакуации: $t_Э = t_{НЭ} + t_Р = 123$ с

Время существования скоплений: $t_{СК} = 12,2$ с

Общее количество людей: 338

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

Для ПО№1-6 (подземная автостоянка):

– на минус 1-м этаже: 311 взрослых человек в зимней одежде, 6 человек гр. М2, 10 человек гр. М3, 11 человек гр. М4;

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

Время эвакуации до эвакуационных выходов представлено в таблице ниже.

Таблица 31

Расположение	Наименование	Время первого, с	Время последнего, с	Количество людей
Минус 1-й этаж				
	ПБЗ_-01_01	51,2	51,2	1
	ПБЗ_-01_02	59,4	59,4	1
	ПБЗ_-01_03	65,8	65,8	1
	ПБЗ_-01_04	49,2	49,2	1
	ПБЗ_-01_05	50,6	50,6	1
	ПБЗ_-01_06	49,8	49,8	1
	ПБЗ_-01_07	54,2	54,2	1
	ПБЗ_-01_08	49,0	49,0	1
	ПБЗ_-01_09	48,8	48,8	1
	ПБЗ_-01_10	70,4	70,4	1
	ПБЗ_-01_11	53,0	53,0	1
Этаж 1				
	Выход 30	51,0	58,0	8
	Выход 31	не используется	не используется	0
	Выход 32	47,2	103,4	38
	Выход 33	46,2	55,8	12
	Выход 34	47,6	107,2	9
	Выход 35	48,4	73,0	20
	Выход 36	44,8	119,6	15
	Выход 37	47,8	54,2	8
	Выход 38	42,4	104,4	38
	Выход 39	не используется	не используется	0
	Выход 40	64,8	113,0	22
	Выход 41	45,8	68,8	10
	Выход 42	48,4	49,2	2
	Выход 43	44,2	110,8	21
	Выход 44	42,8	121,0	94
	Выход 45	43,8	123,0	30

Время эвакуации через регистраторы представлено в таблице ниже.

Таблица 32

Расположение	Наименование	Время первого, с	Время последнего, с	Количество людей
Минус 1-й этаж				
Помещение 42	рт_01	33,0	38,0	7
	рт_02	33,4	33,4	1
	рт_03	44,2	44,2	1
	рт_04	29,2	66,0	38
	рт_05	42,6	42,6	1

Вероятность эвакуации представлена в таблице ниже.

Таблица 33

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, $P_э$
Минус 1-й этаж						
Помещение 42	рт_01	203,5	162,8	26,7	38,0	0,999
	рт_02	225,1	180,1	26,7	33,4	0,999
	рт_03	181,8	145,5	26,7	44,2	0,999
	рт_04	159,1	127,3	26,7	66,0	0,999
	рт_05	88,9	71,1	26,7	42,6	0,999

Результаты проведенных расчетов показывают, что максимальное расчетное время эвакуации из пожарного отсека с очагом пожара составит 1,1 мин. Время выхода из здания составляет 2,05 мин (Выход 45).

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

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

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

Таблица 34

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	0,45	0,63	2,71	0,999	**Безопасно**
рт_02	0,45	0,56	3,00	0,999	**Безопасно**
рт_03	0,45	0,74	2,43	0,999	**Безопасно**
рт_04	0,45	1,10	2,12	0,999	**Безопасно**
рт_05	0,45	0,71	1,19	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 №3)

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 людей в здании, определяемая из соотношения $P_{пр,i} = t_{функц,i} /24$, равна $P_{пр,i}=1$. При времени нахождения людей в помещениях подземной автостоянки 24 часа.

Вероятность эвакуации $P_Э$ рассчитывают по зависимости:

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

и равна $P_Э = 0{,}999$.

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

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

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

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

Таблица 35

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

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

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

Вывод: так как расчетная величина индивидуального пожарного риска для людей, находящихся в помещениях подземной автостоянки $Q_В = 0{,}52 \cdot 10^{-6}$ менее нормативного значения индивидуального пожарного риска ($Q_{ВН}=10^{-6}$), то расчетная величина индивидуального пожарного риска при возможном пожаре соответствует требуемому значению.

5.5 Сценарий №4 (жилье корпус 20.6 секция 2)

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

Пожар происходит в жилом помещении на 17-м этаже. ОФП распространяются по помещению и за его пределы, при этом создавая угрозу блокирования ближайшего эвакуационного выхода.

При расчете опасных факторов пожара учитывалась работа систем противодымной вентиляции:

- расход противодымной вентиляции составляет 16200 м^3/час (ВД3.2.1);
- расход приточной вентиляции составляет 7000 м^3/час (ПД6.3.1).

Дверь помещения очага пожара принималась открытой. Размер ячейки области расчета, используемой в сценарии равен 0,25м. Высота этажа пожара (от пола до потолка) и помещения очага пожара равна 2,70 м.

Параметры окружающей среды:

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

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



Рисунок 119 - Компьютерная модель 17-го этажа с предполагаемой поверхностью горения и нанесенными расчётными точками

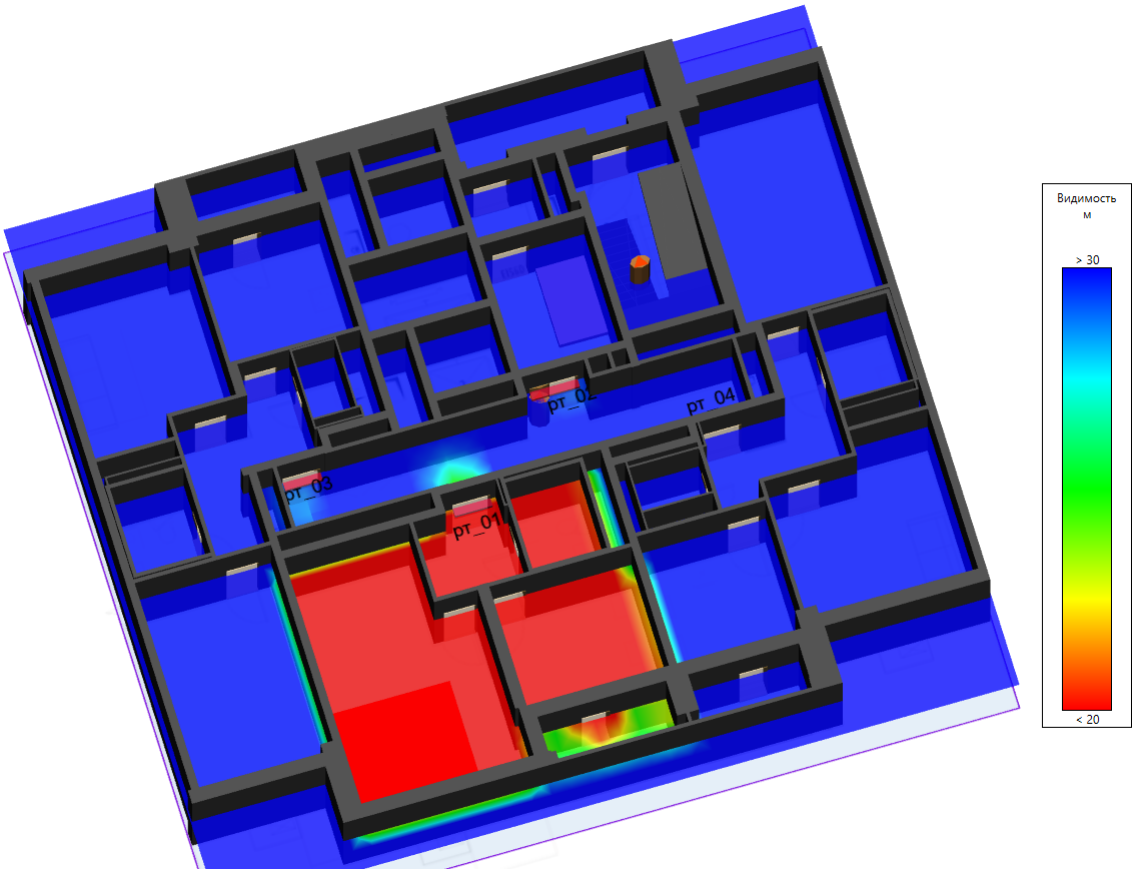


Рисунок 120 - Компьютерная 3D модель 17-го этажа с предполагаемой поверхностью горения и нанесенными расчётными точками (плотность дыма на момент полной эвакуации людей с этажа пожара - 6 мин. 25 сек.)

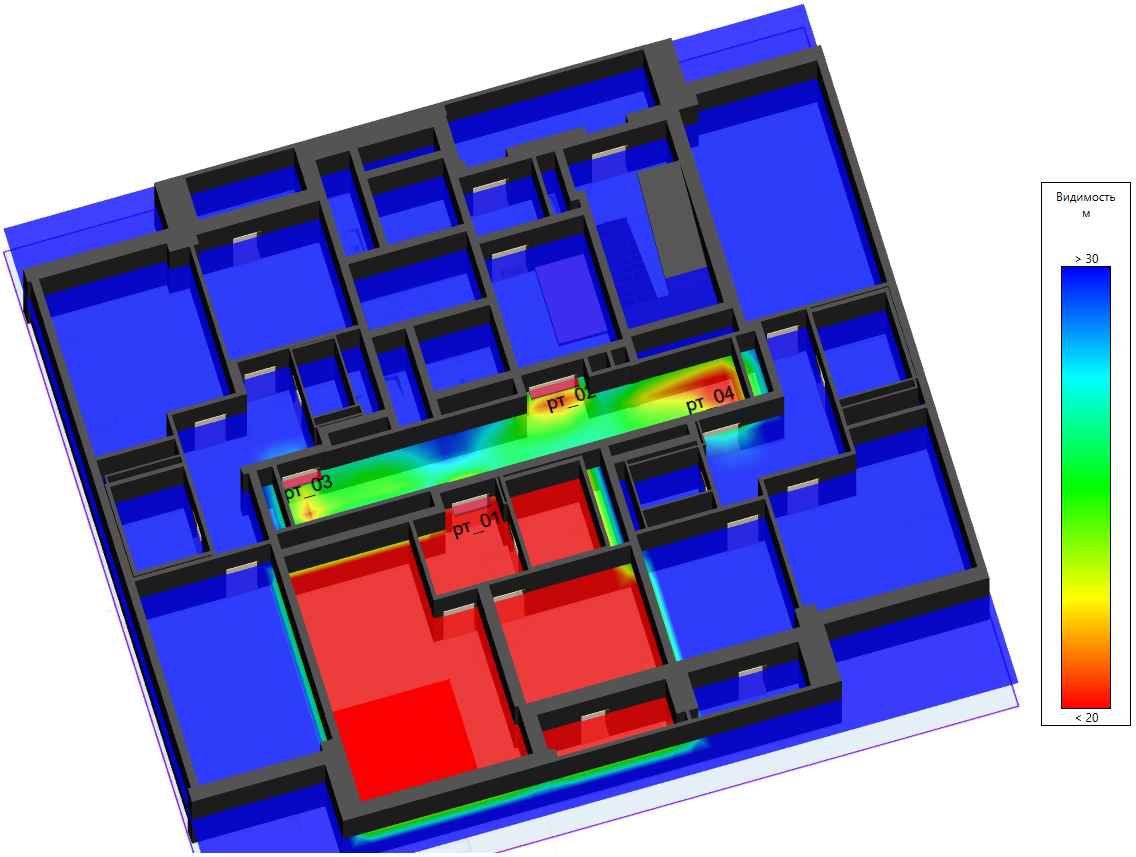


Рисунок 121 - Компьютерная 3D модель 17-го этажа с предполагаемой поверхностью горения и нанесенными расчётными точками (плотность дыма на момент наступления ОФП до pt_02 - 8 мин. 3 сек.)

$R_n = V_л \cdot t_{св}$ - 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 очага пожара 6,42 мин, принимаем время свободного горения с учетом коэффициента запаса 8,025 мин.

$$R_n = 0{,}0045 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 385 \text{ сек.} \cdot 1{,}25 = 2{,}16\text{м}$$

$$S = 3{,}14 \cdot 2{,}16^2 = 14{,}6 \text{ м}^2$$

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

Таблица 36

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 37

Расположение	Наименование	Время блокирования по каждому ОФП, с						
		Температура	Видимость	O_2	CO_2	CO	HCl	Тепловой поток
Этаж 17								
Помещение 852	рт_01	>600	148,9	>600	>600	>600	213,1	>600
Помещение 792	рт_02	>600	483,7	>600	>600	>600	>600	>600
	рт_03	>600	471,7	>600	>600	>600	>600	>600
	рт_04	>600	480,7	>600	>600	>600	>600	>600

Ниже представлены графики изменения опасных факторов пожара для регистраторов:

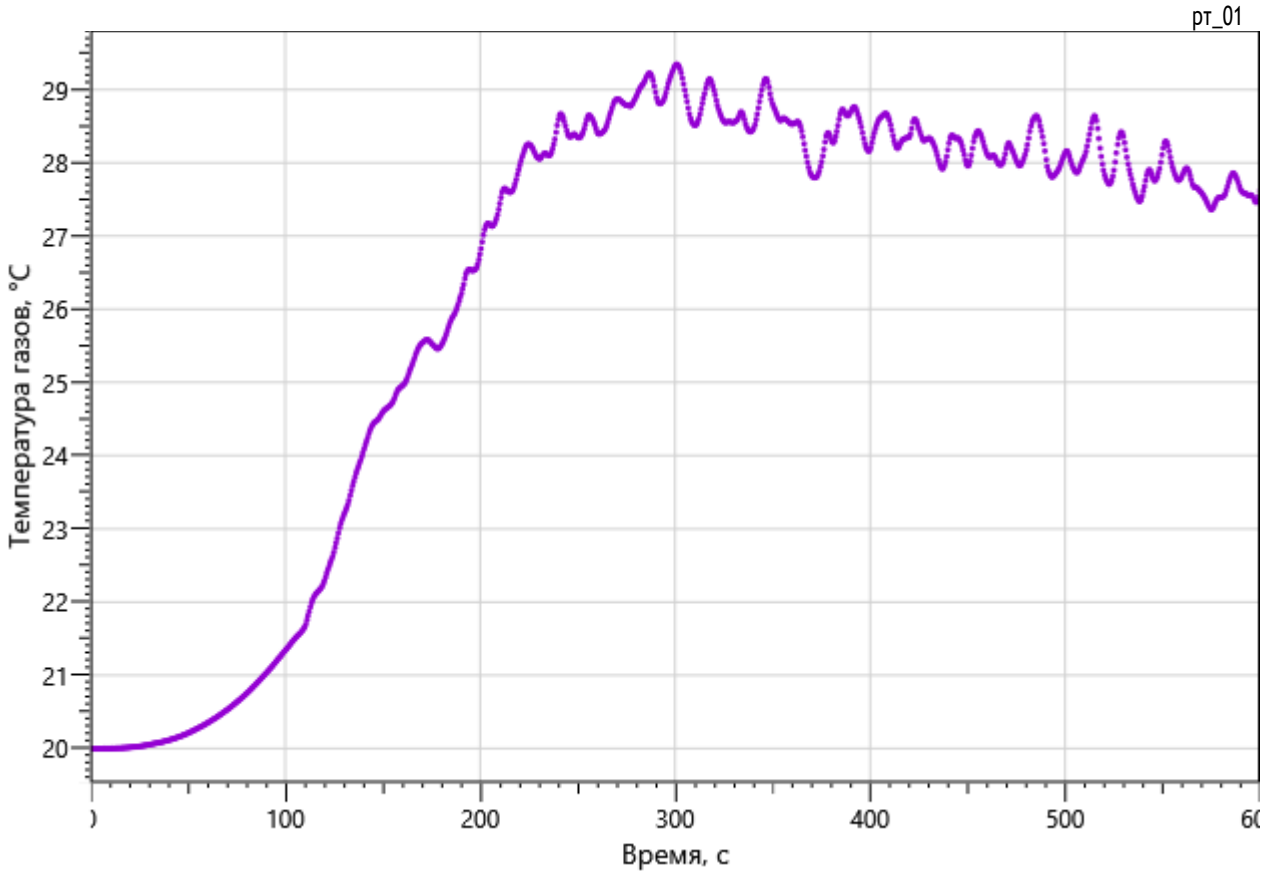


Рисунок 122 - Зависимость температуры от длительности пожара

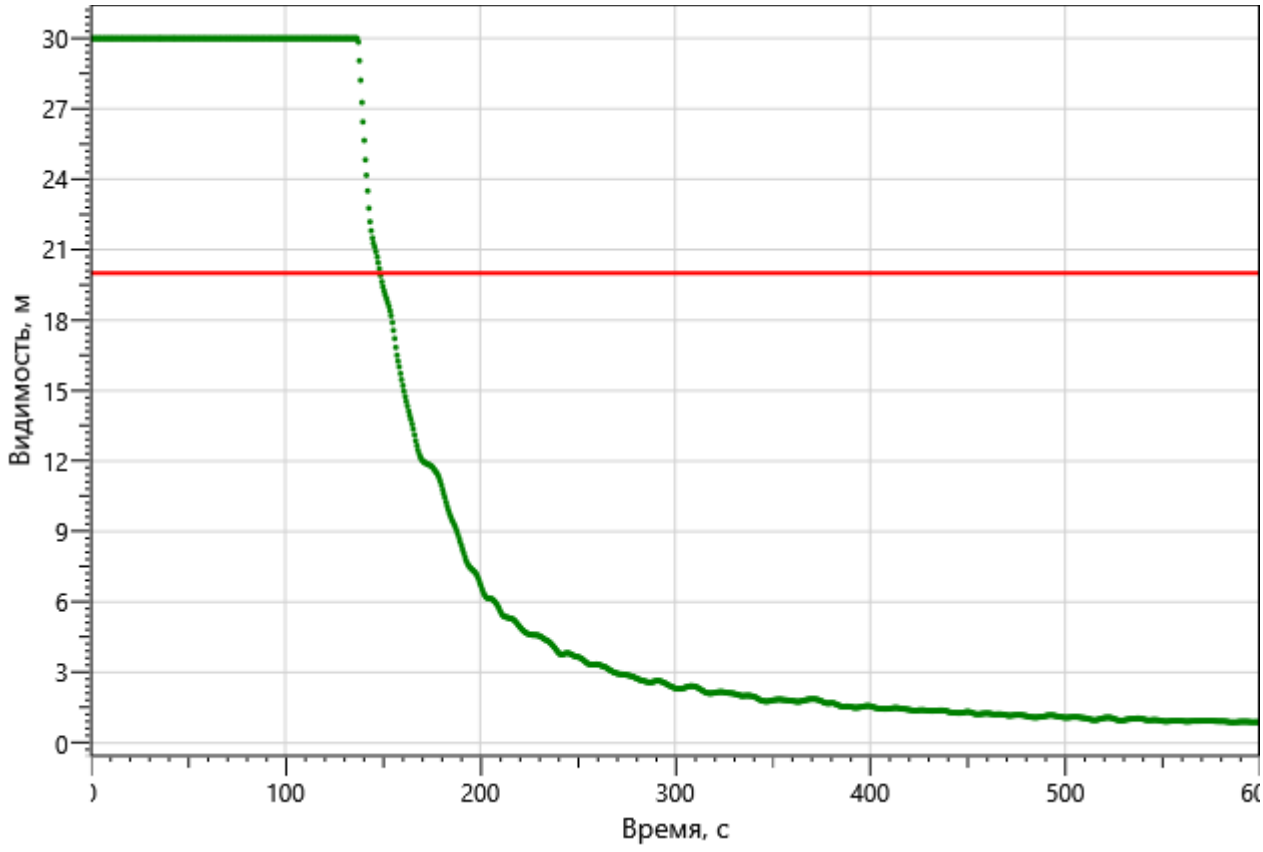


Рисунок 123 - Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

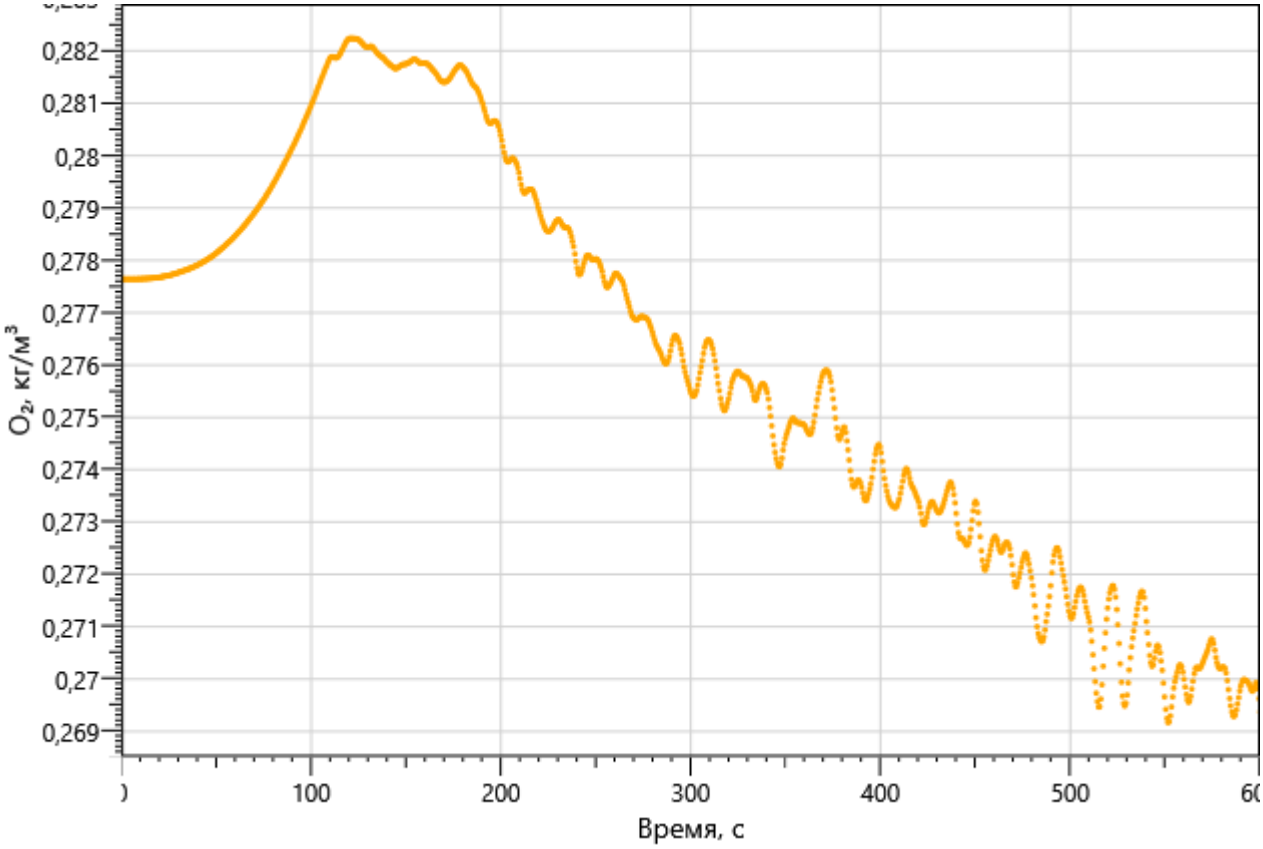


Рисунок 124 - Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

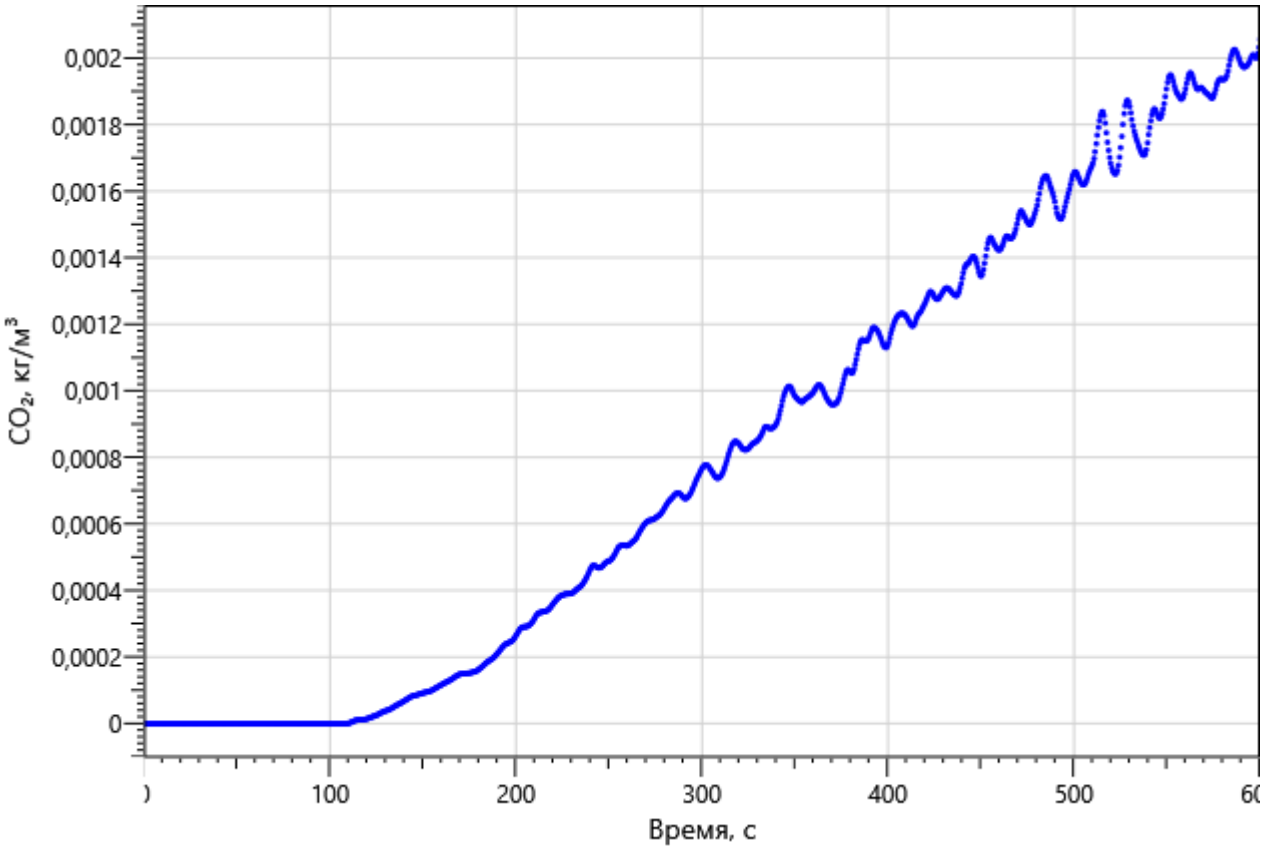


Рисунок 125 - Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

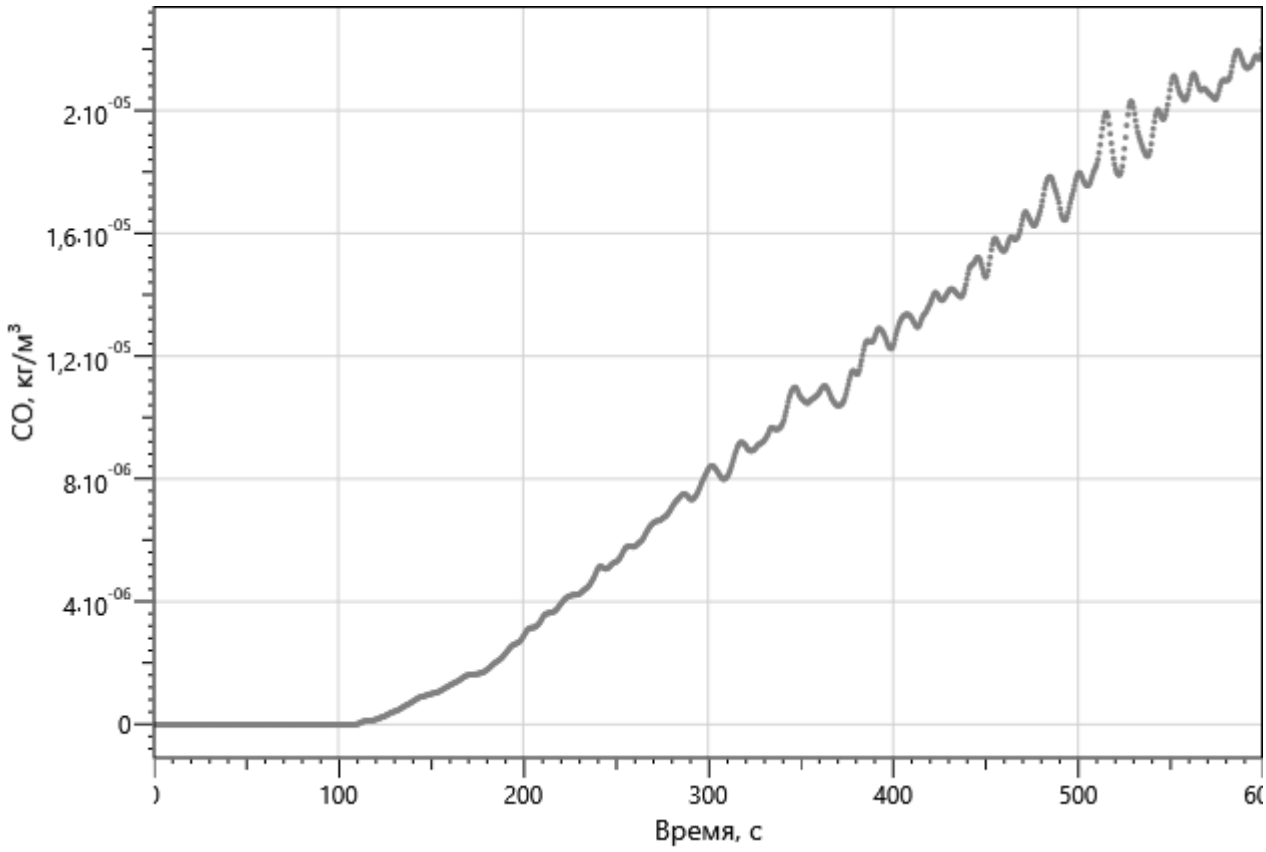


Рисунок 126 - Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

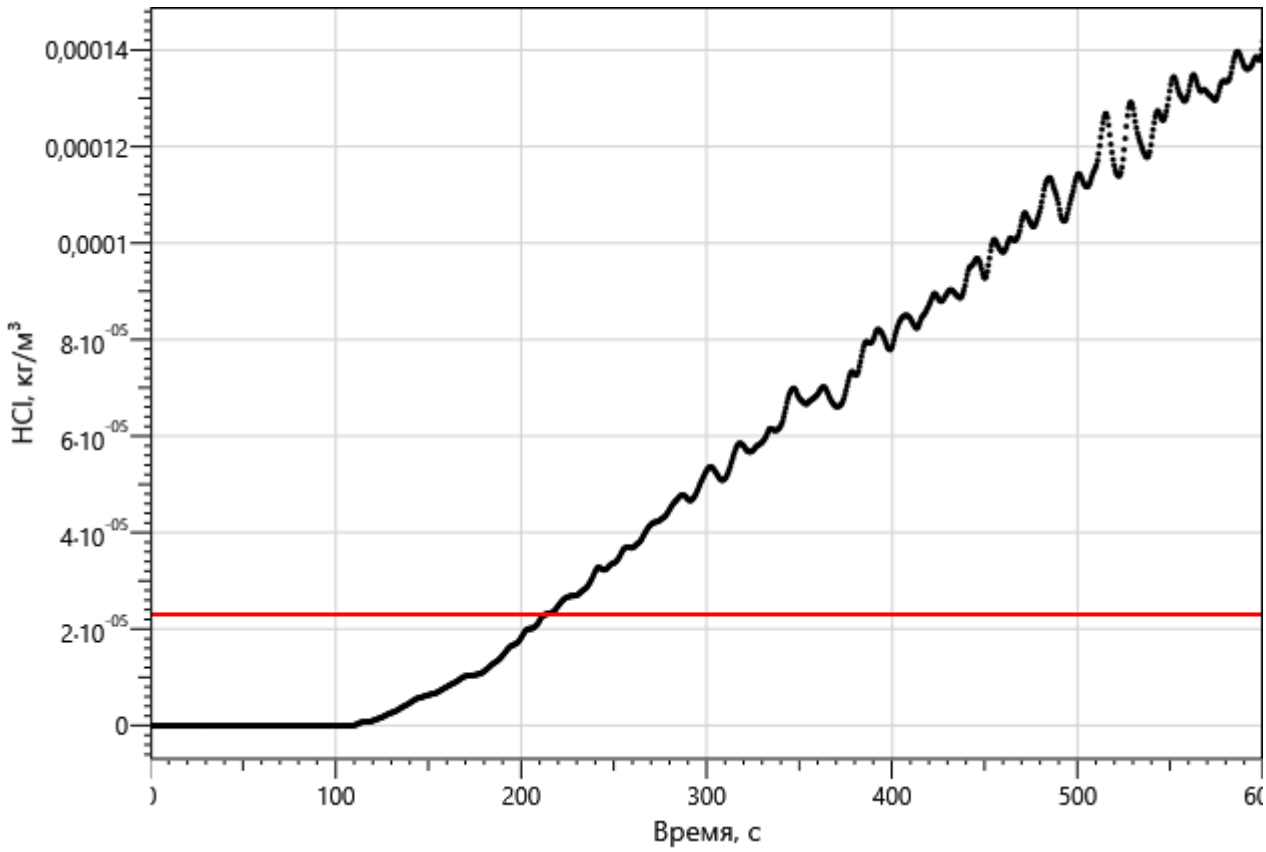


Рисунок 127 - Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

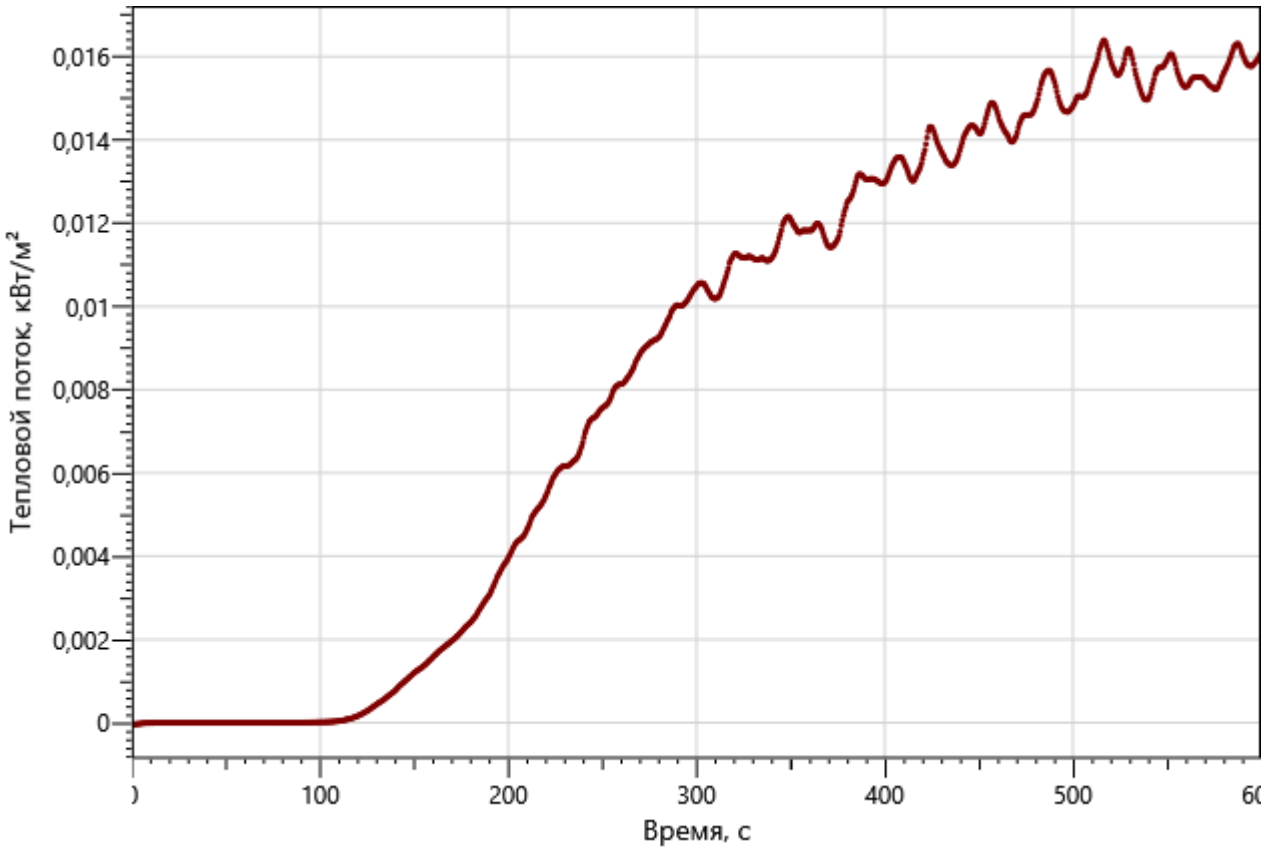


Рисунок 128 - Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

рт_02

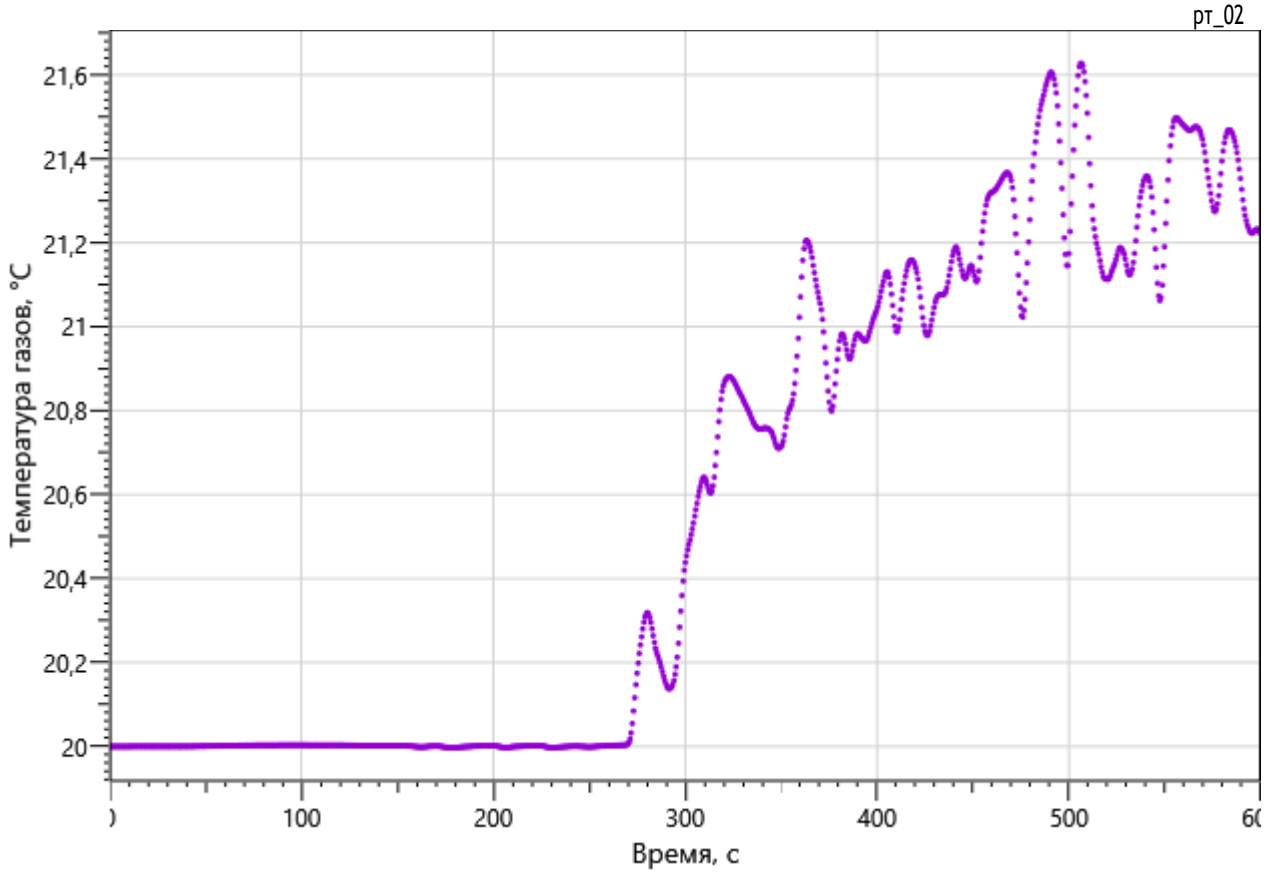


Рисунок 129 - Зависимость температуры от длительности пожара

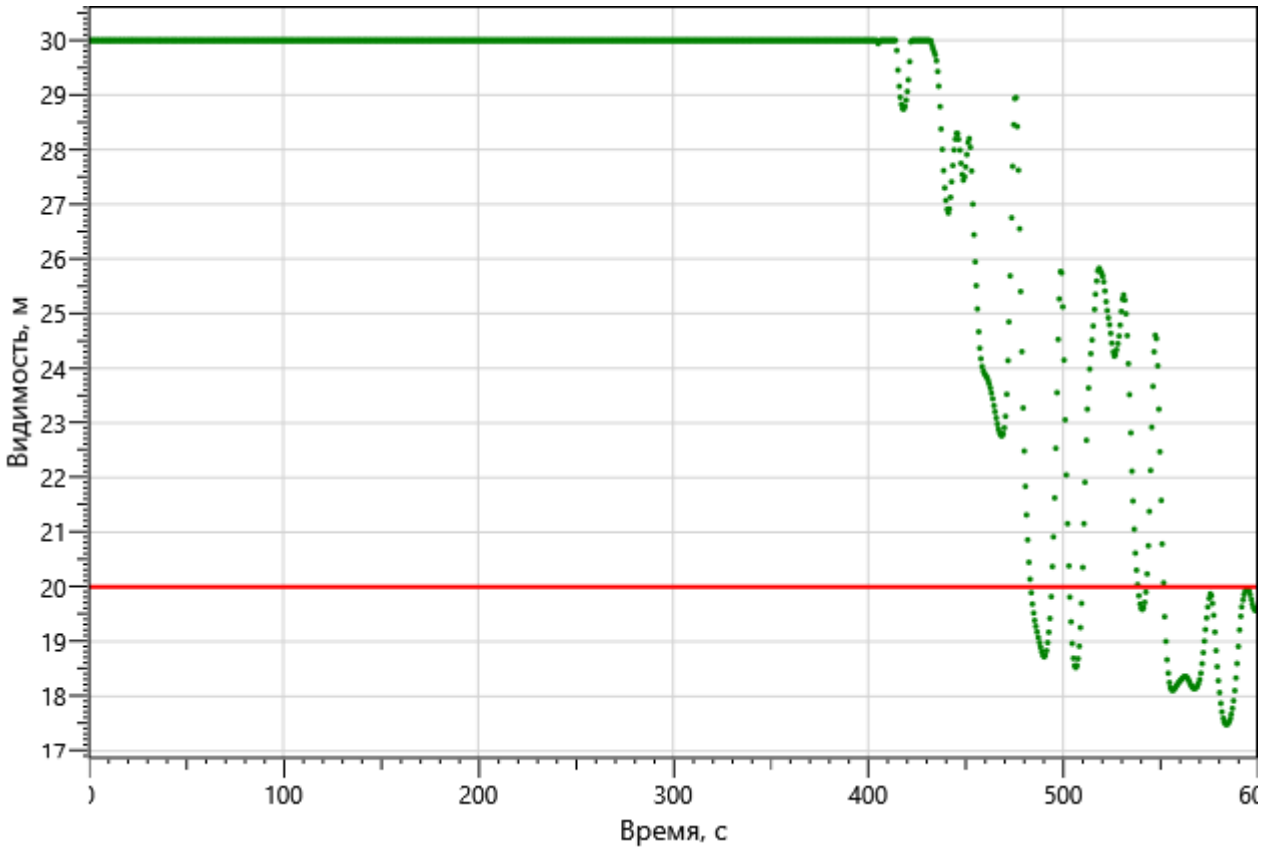


Рисунок 130 - Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

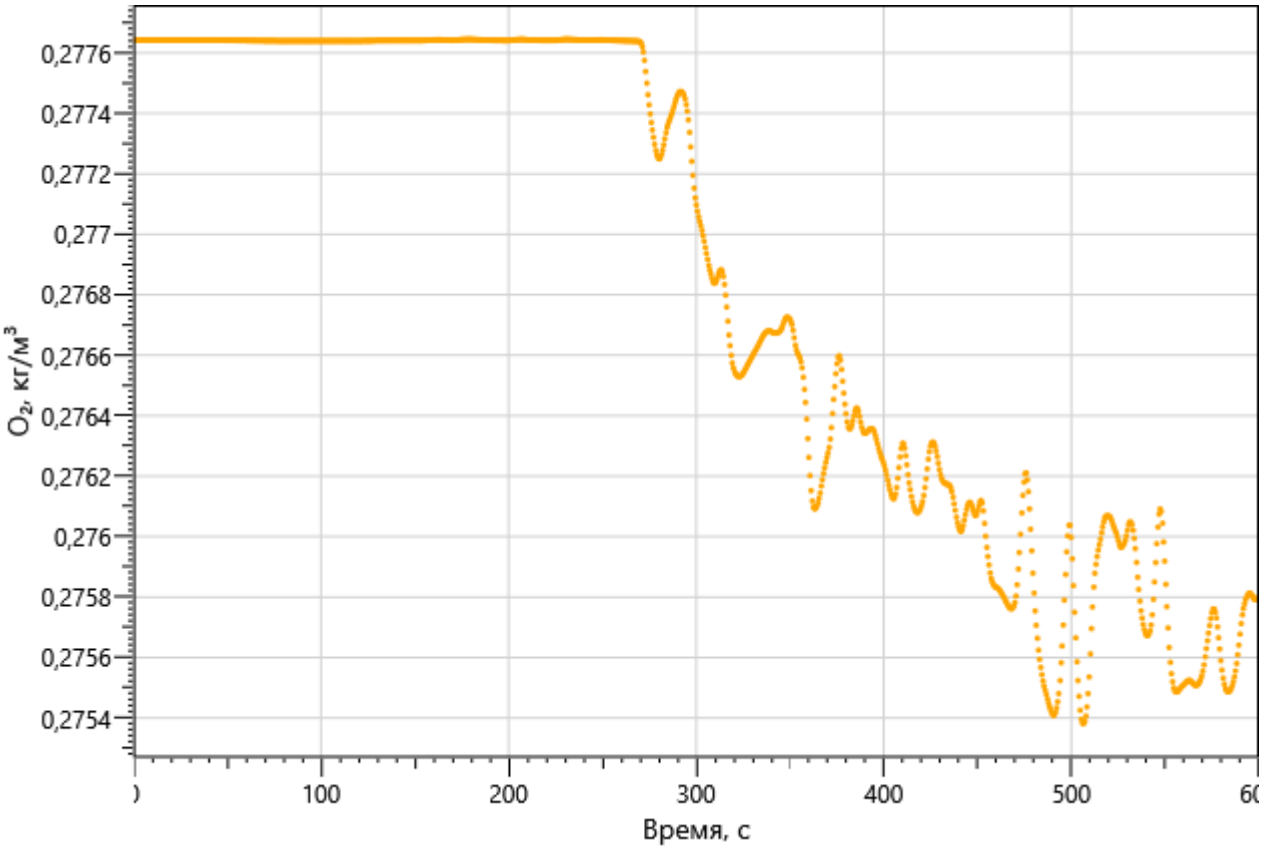


Рисунок 131 - Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

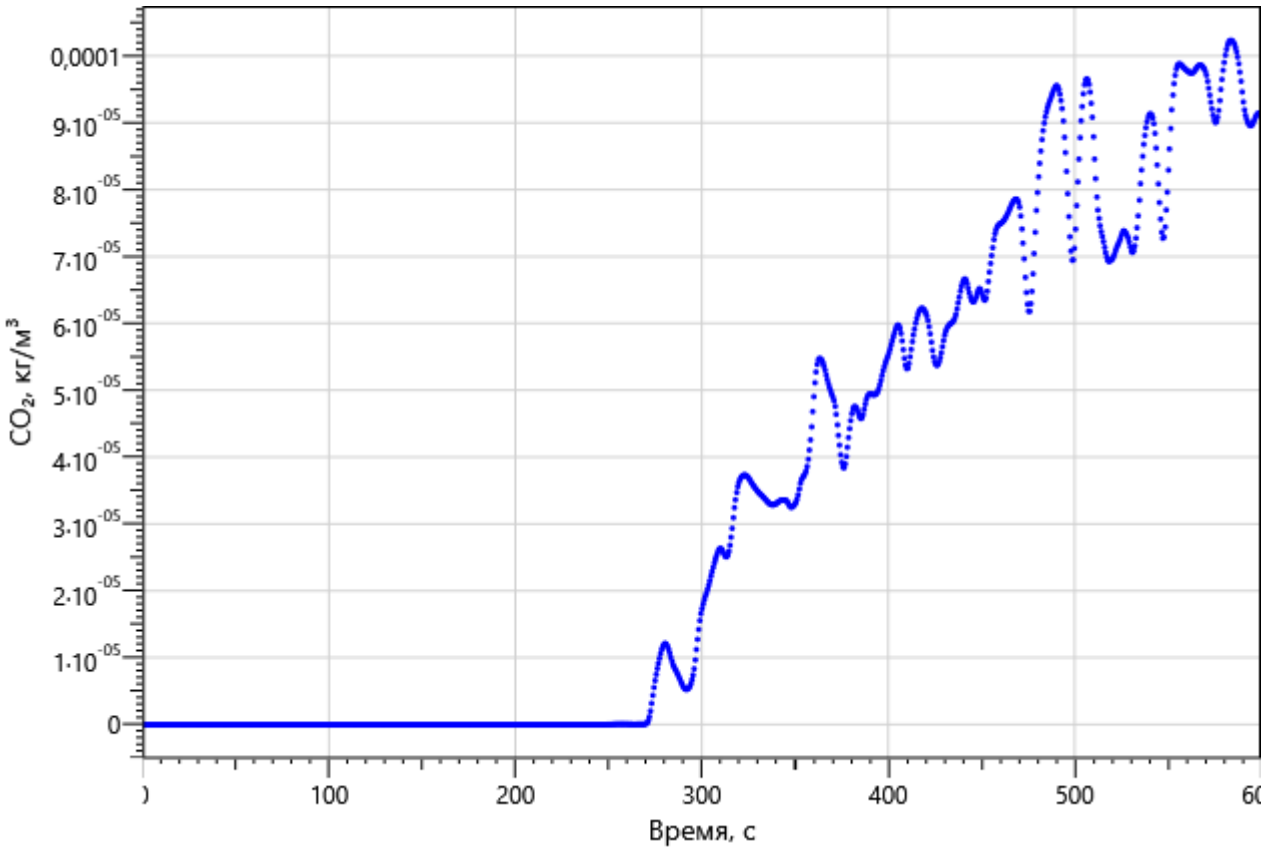


Рисунок 132 - Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

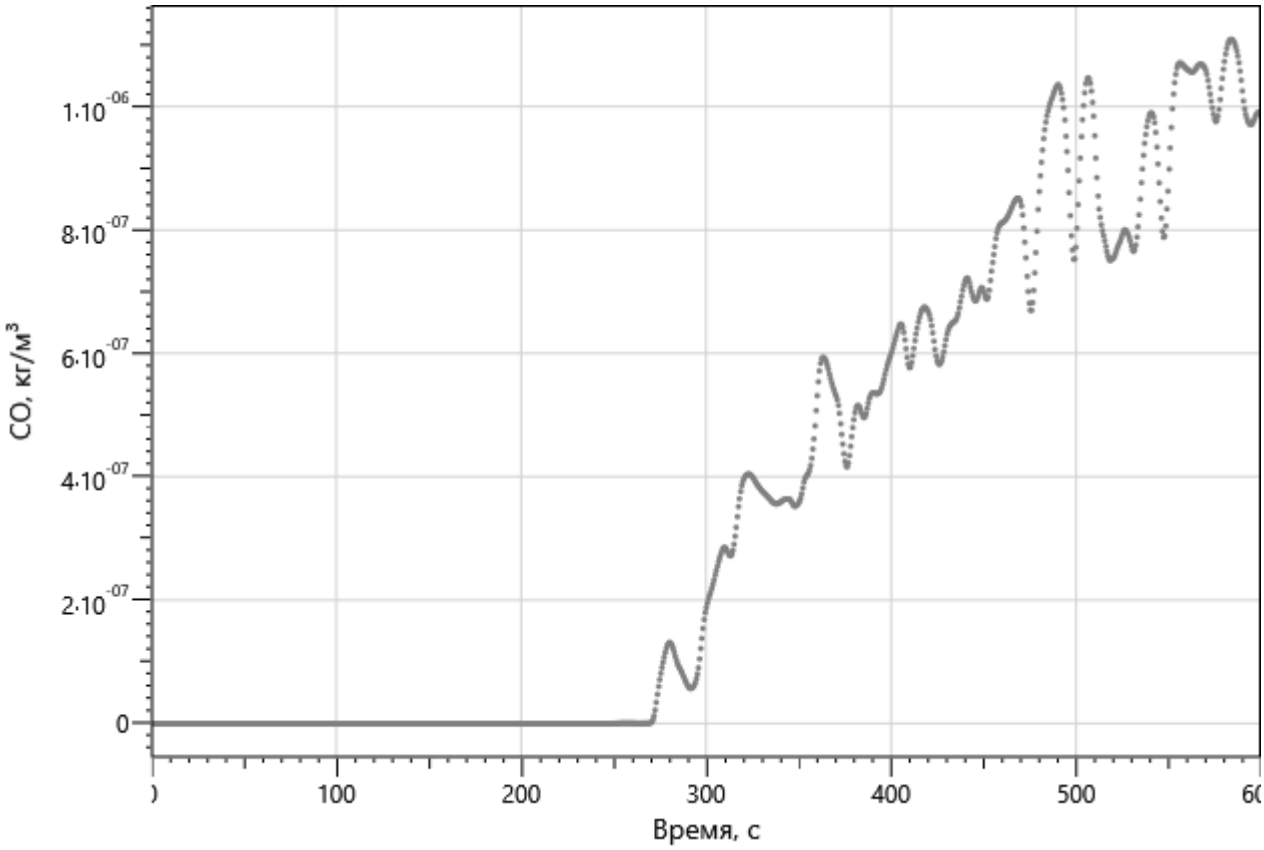


Рисунок 133 - Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

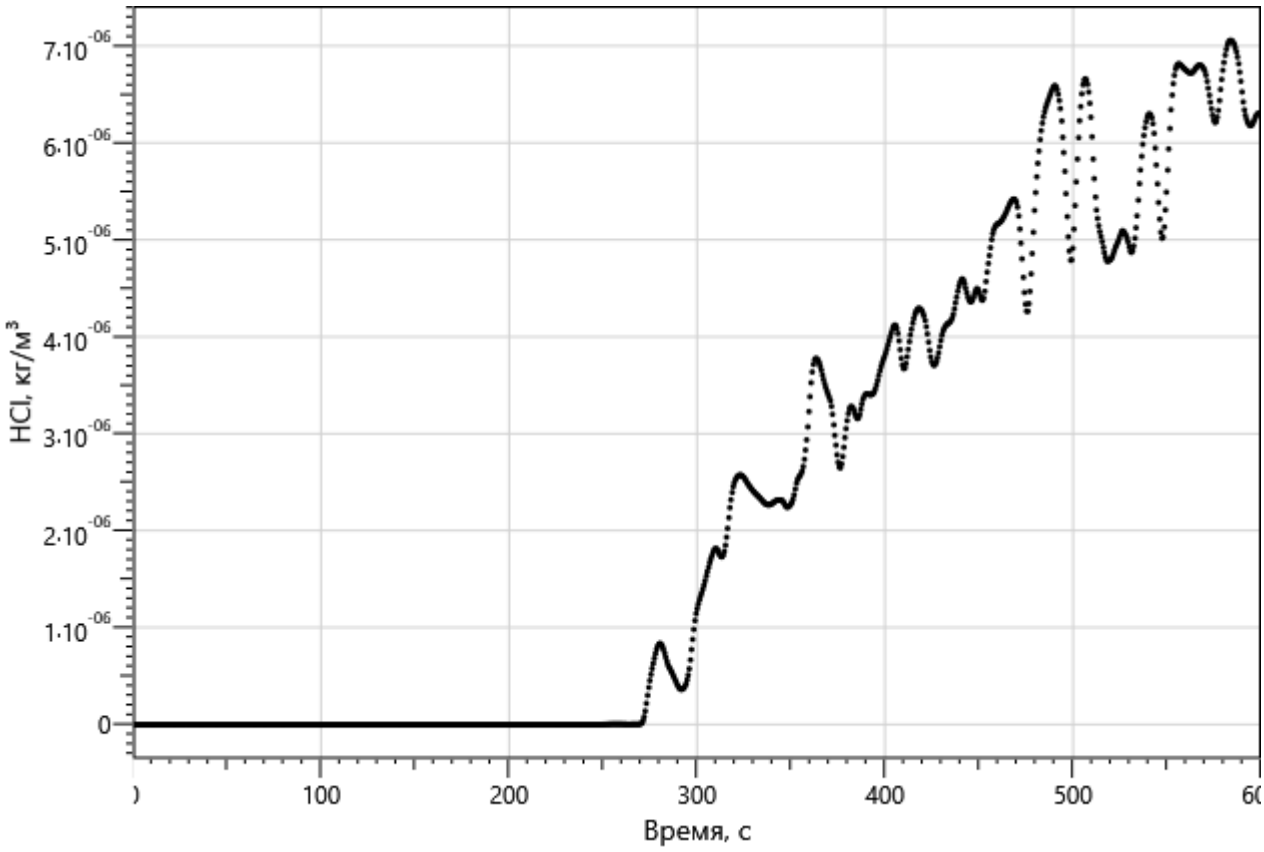


Рисунок 134 - Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

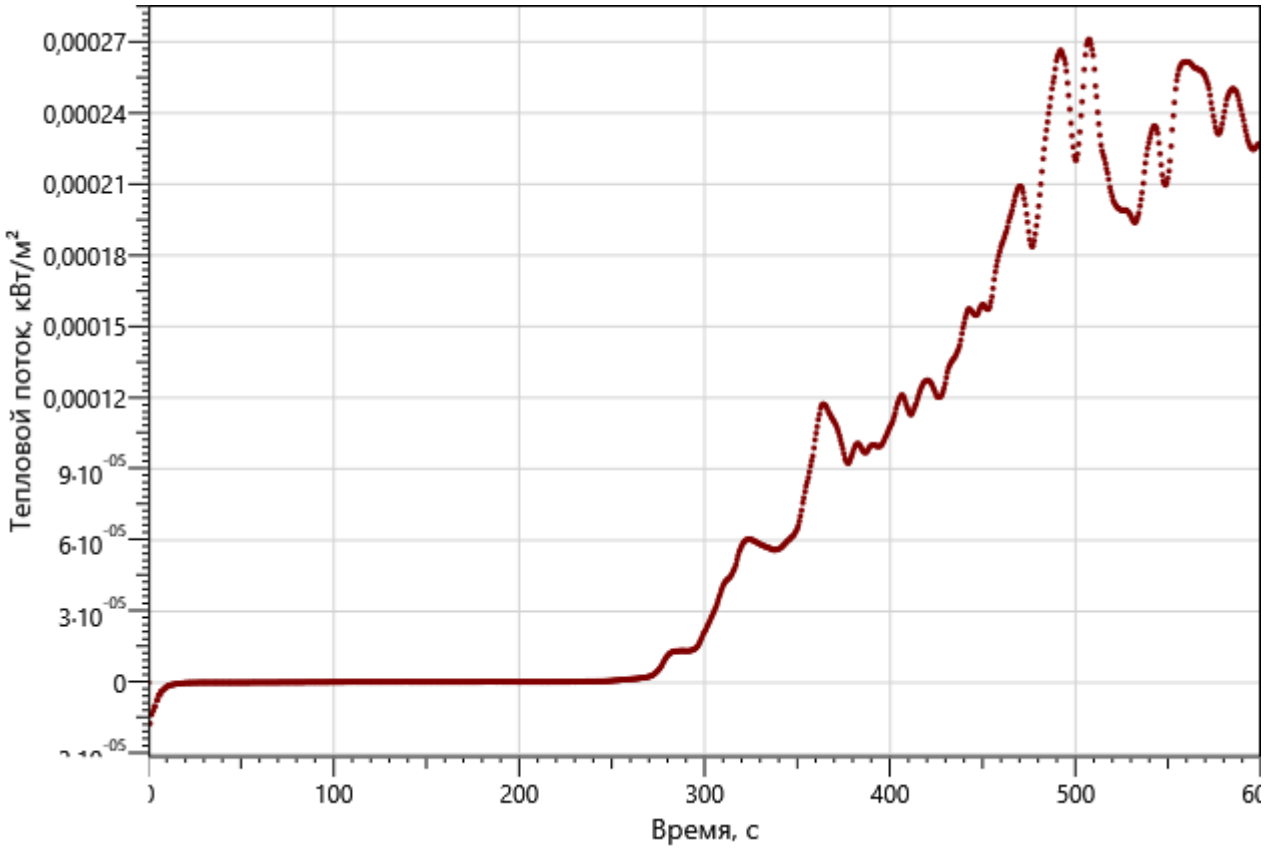


Рисунок 135 - Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

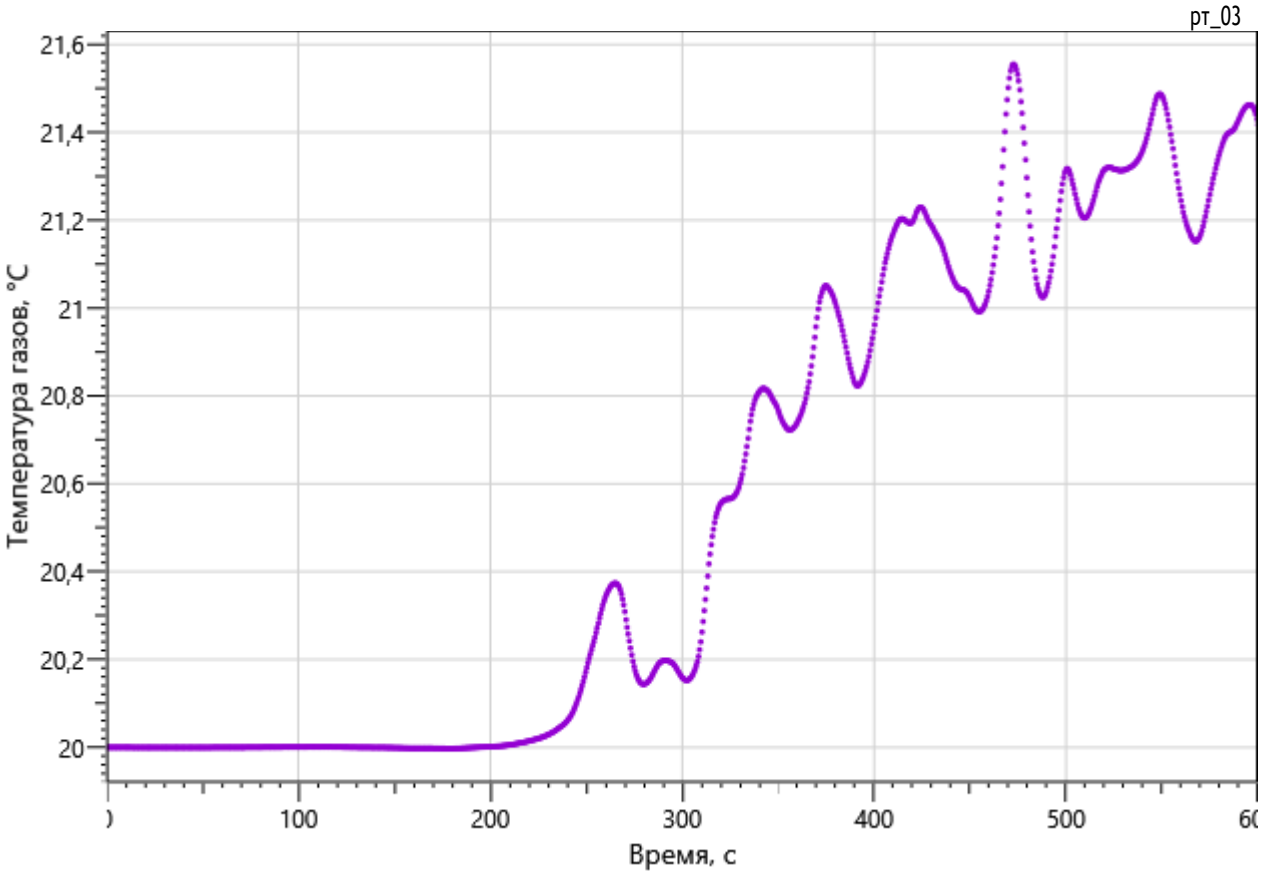


Рисунок 136 - Зависимость температуры от длительности пожара

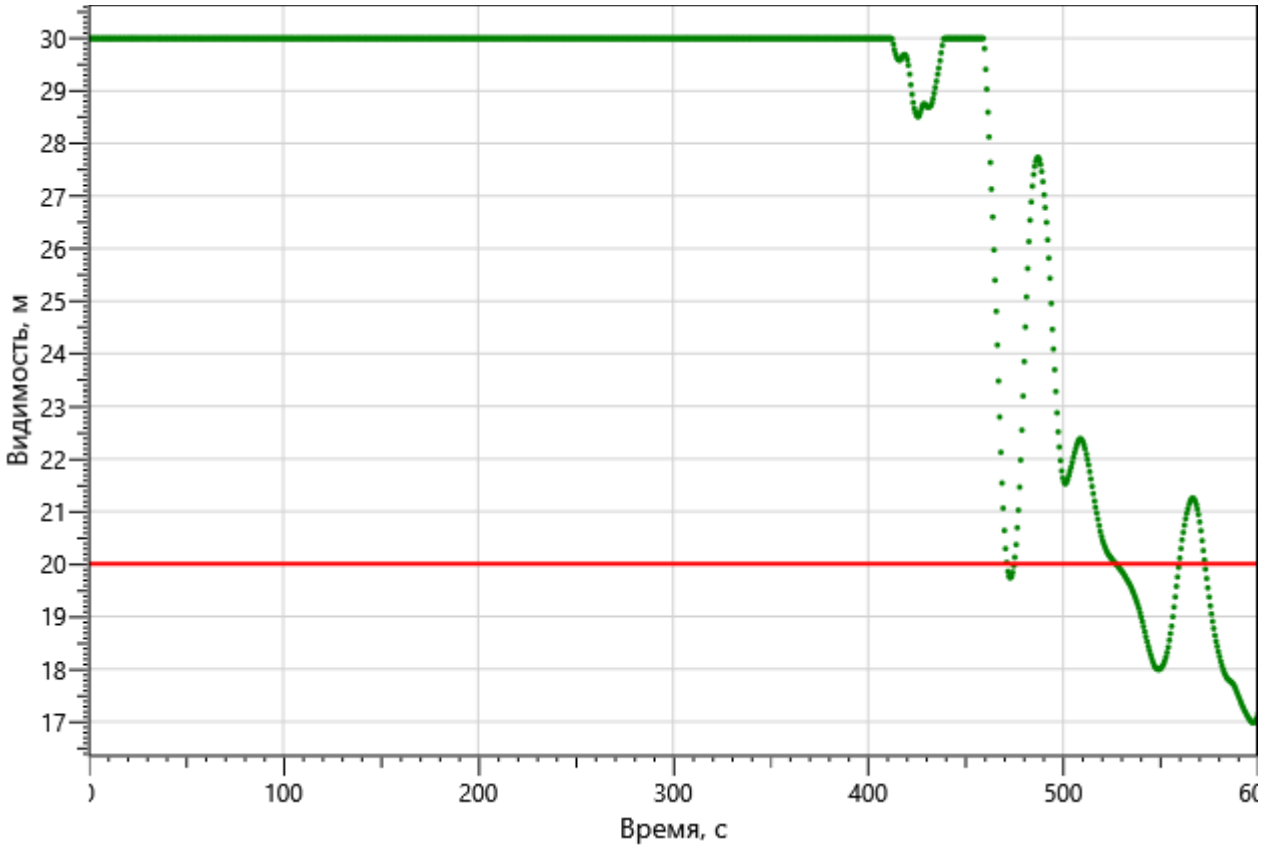


Рисунок 137 - Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

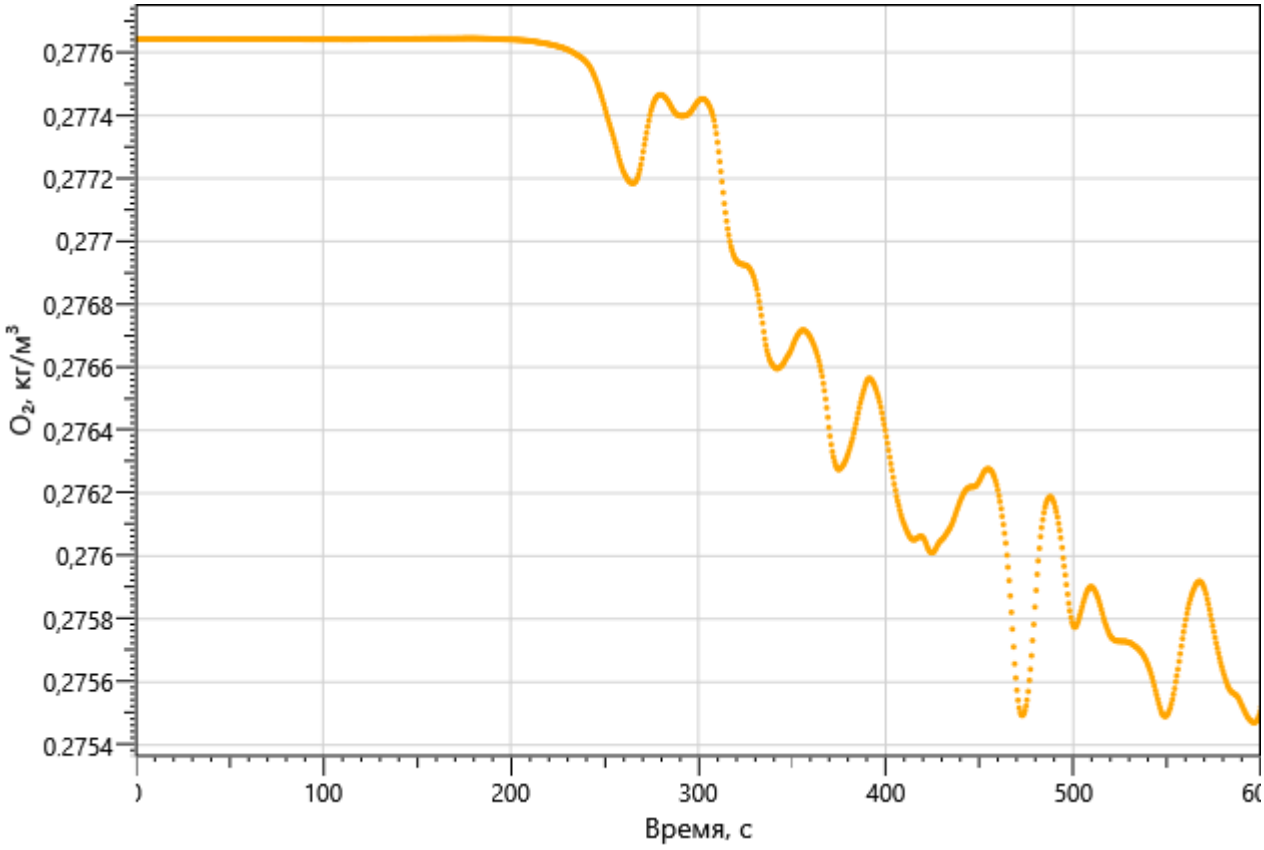


Рисунок 138 - Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

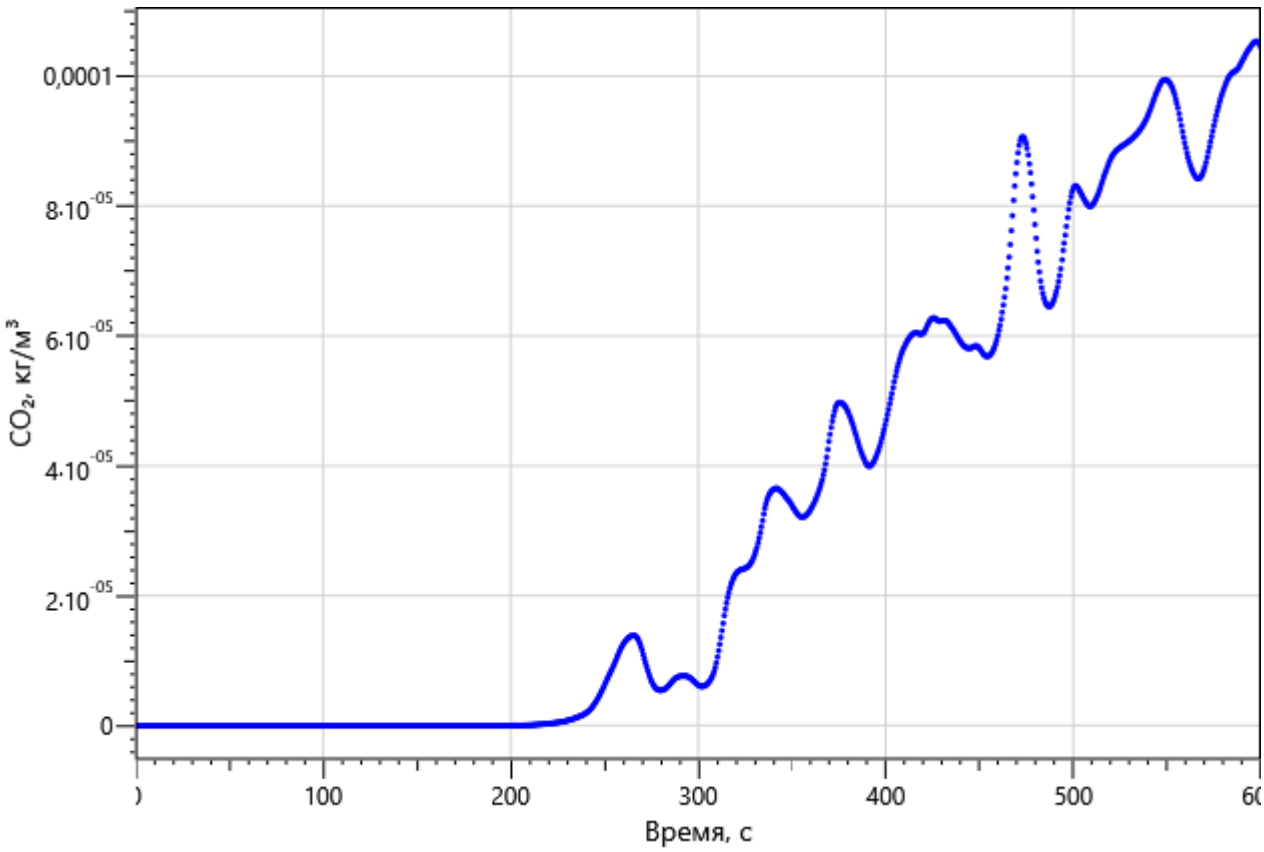


Рисунок 139 - Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

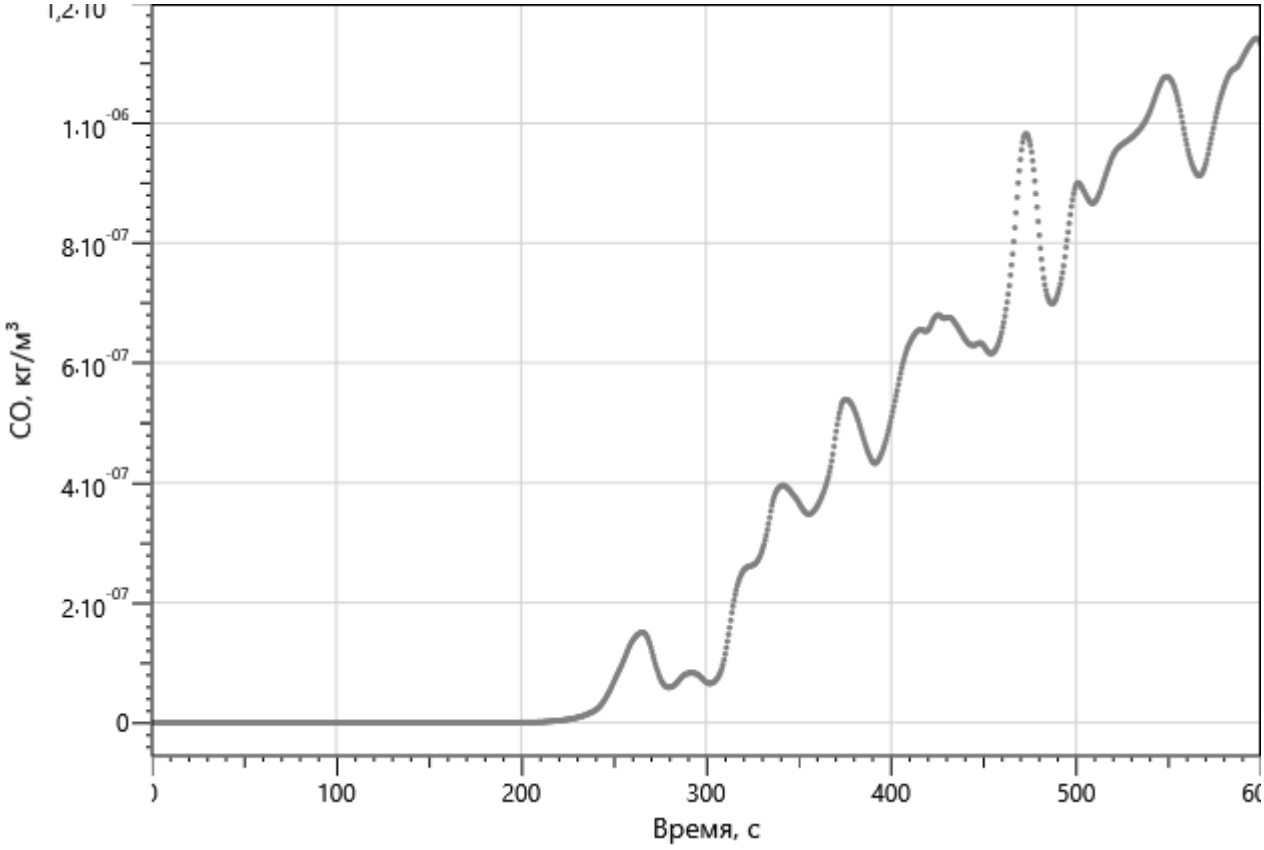


Рисунок 140 - Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

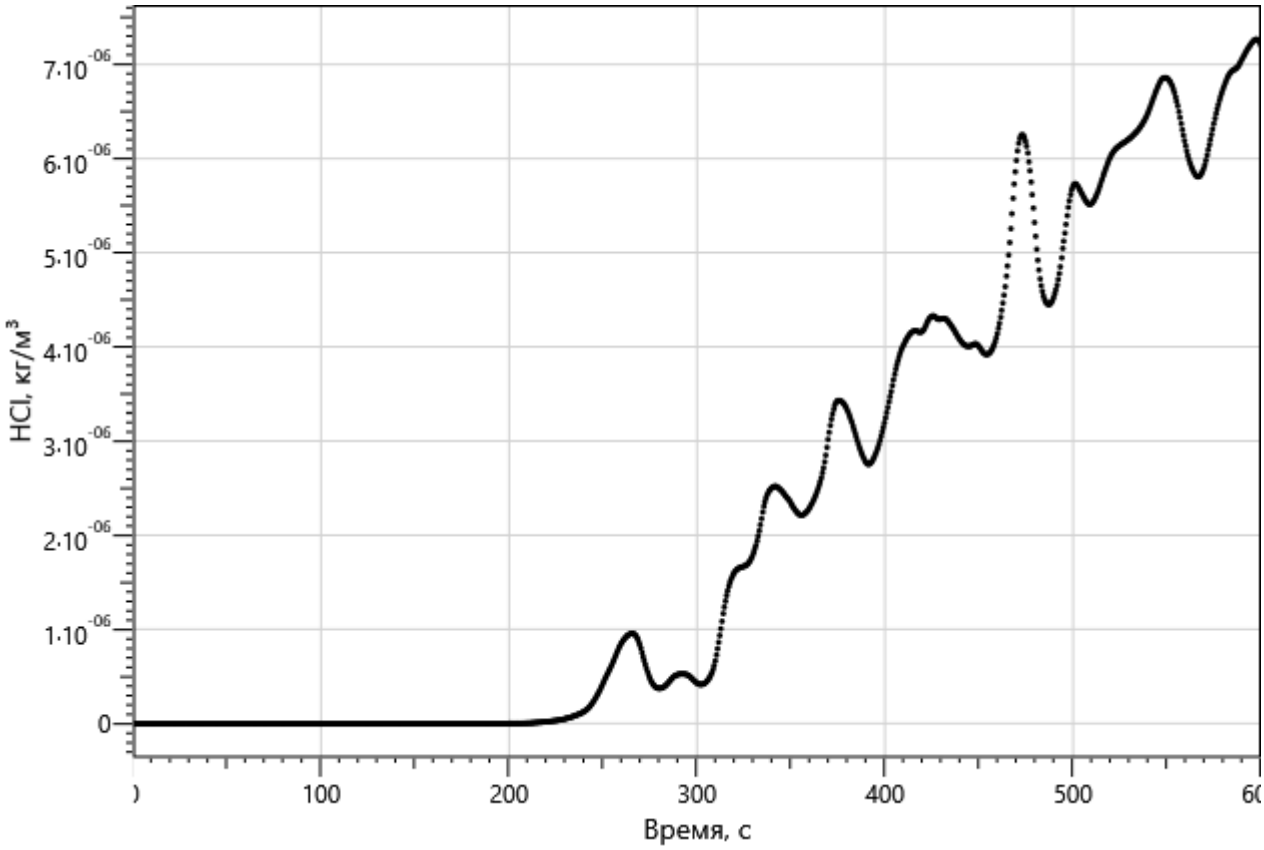


Рисунок 141 - Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

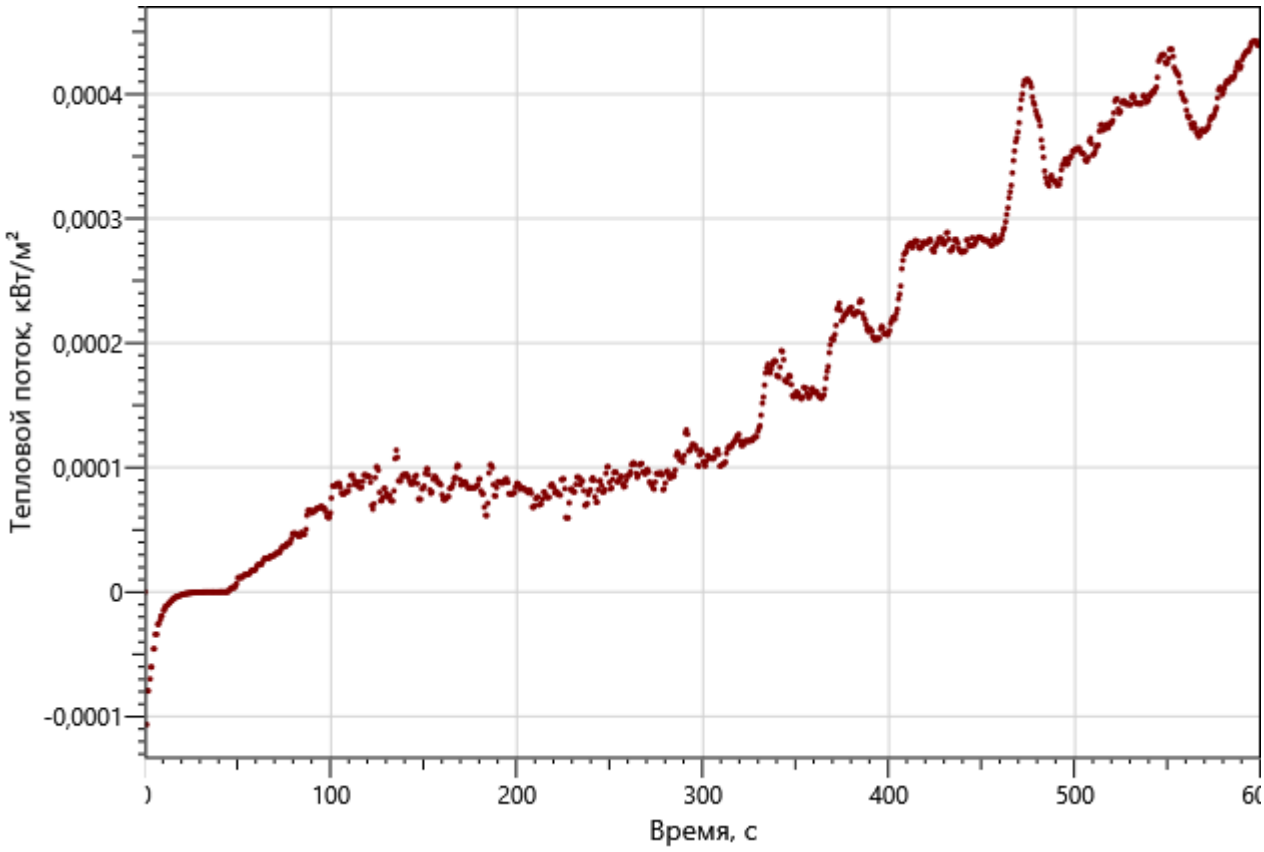


Рисунок 142 - Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

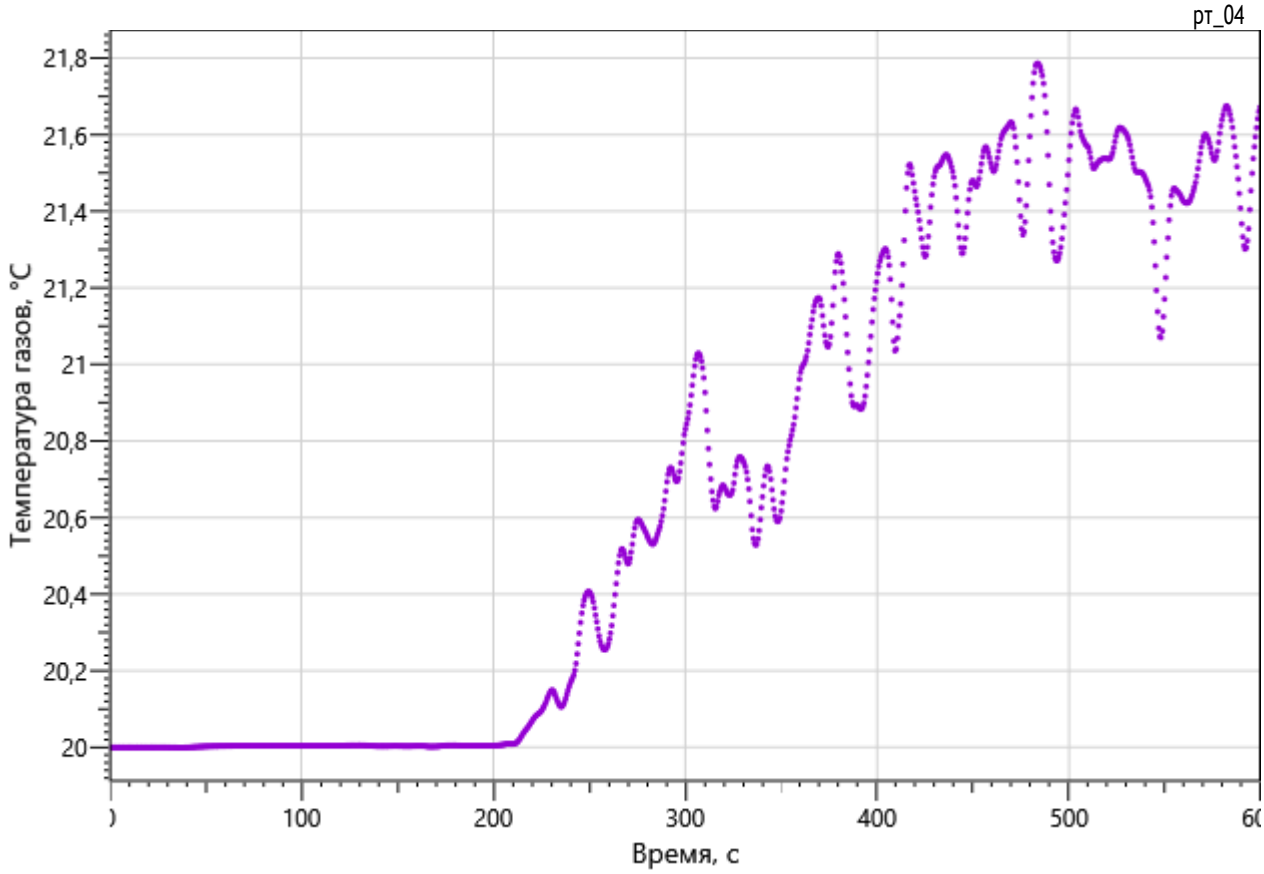


Рисунок 143 - Зависимость температуры от длительности пожара

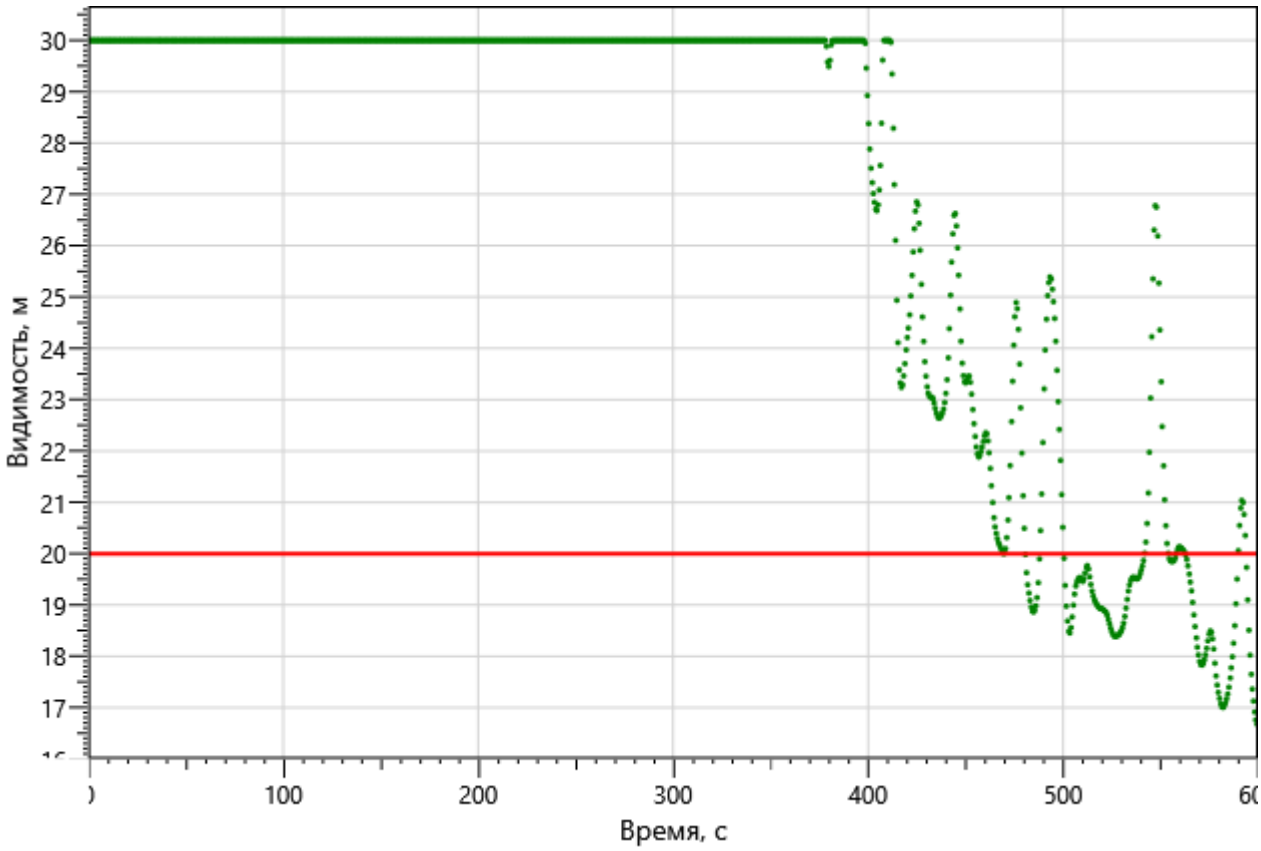


Рисунок 144 - Зависимость оптической плотности дыма от длительности пожара

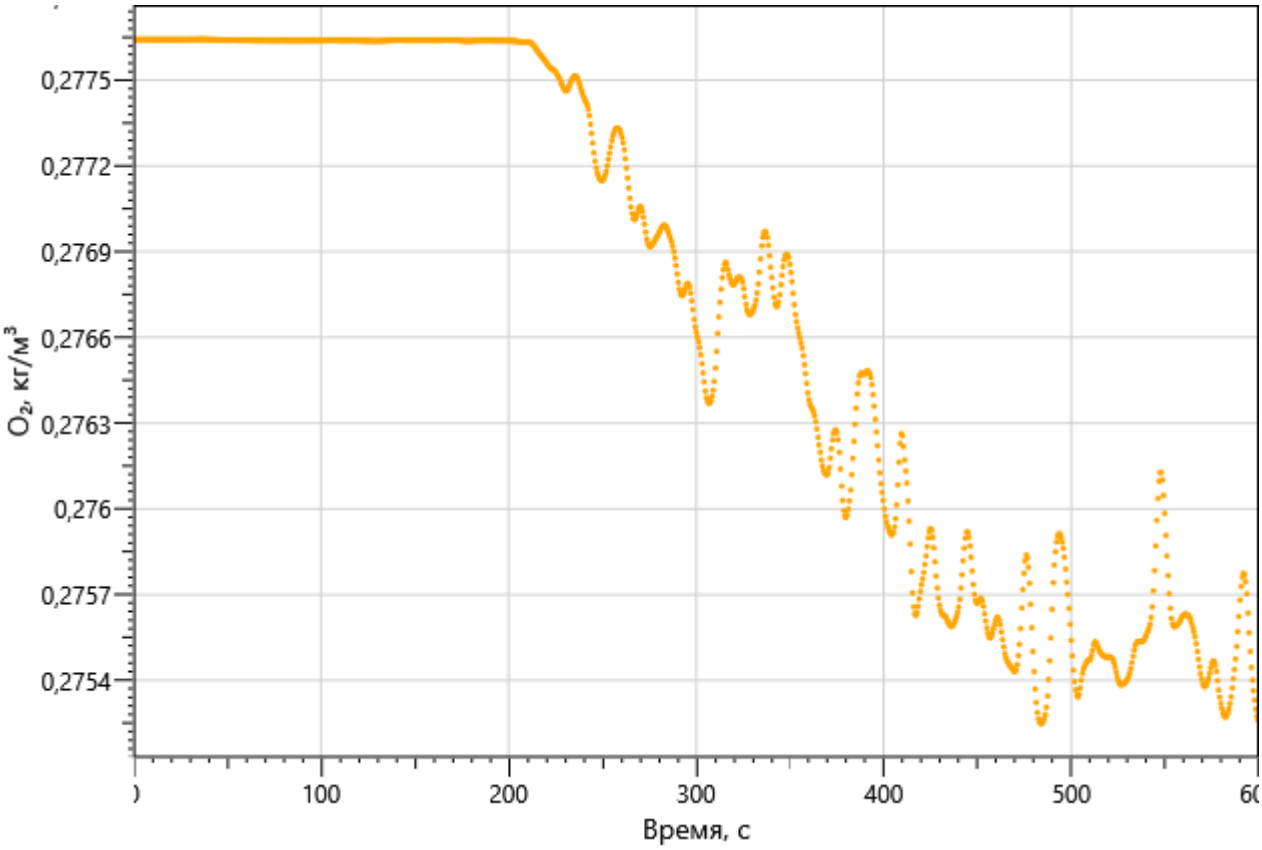


Рисунок 145 - Зависимость парциальной плотности O_2 от длительности пожара

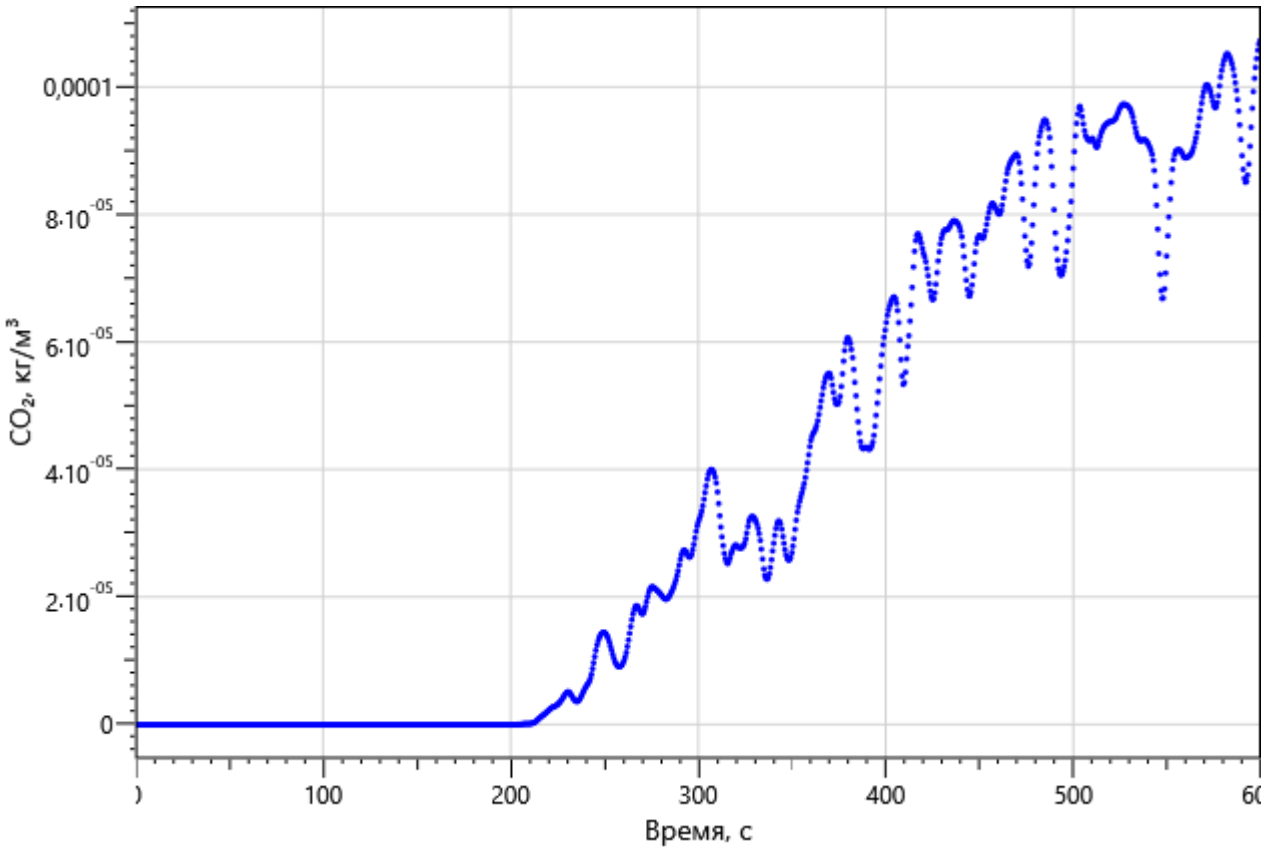


Рисунок 146 - Зависимость парциальной плотности CO_2 от длительности пожара

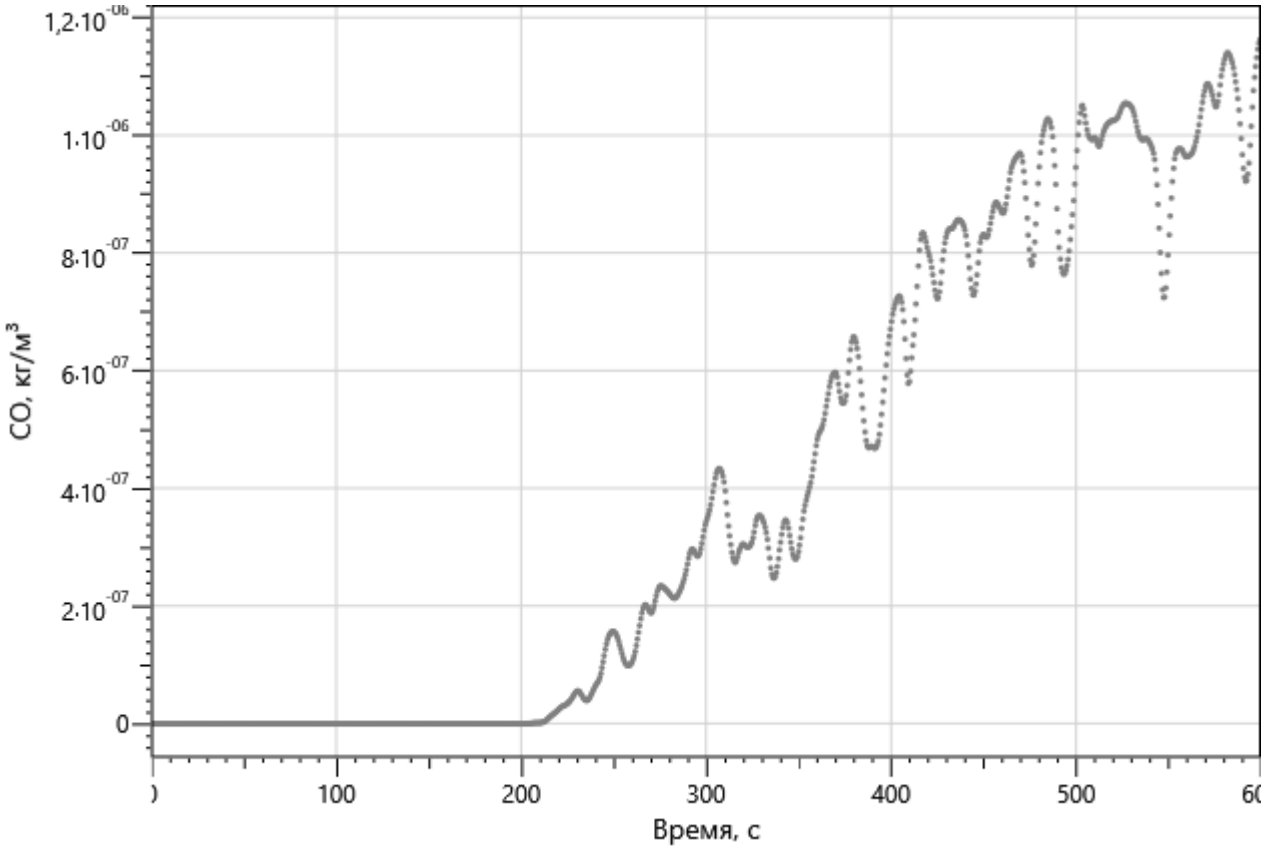


Рисунок 147 - Зависимость парциальной плотности CO от длительности пожара

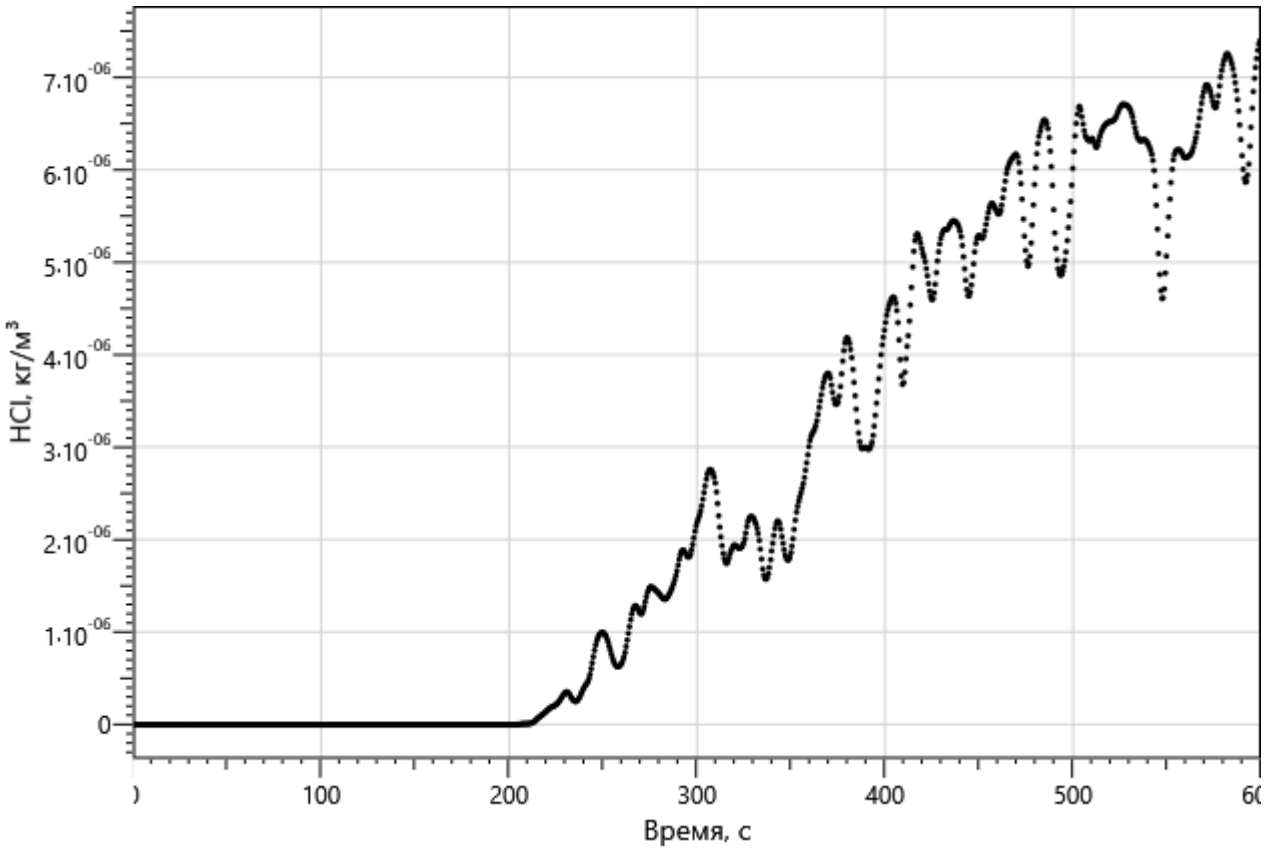


Рисунок 148 - Зависимость парциальной плотности HCl от длительности пожара

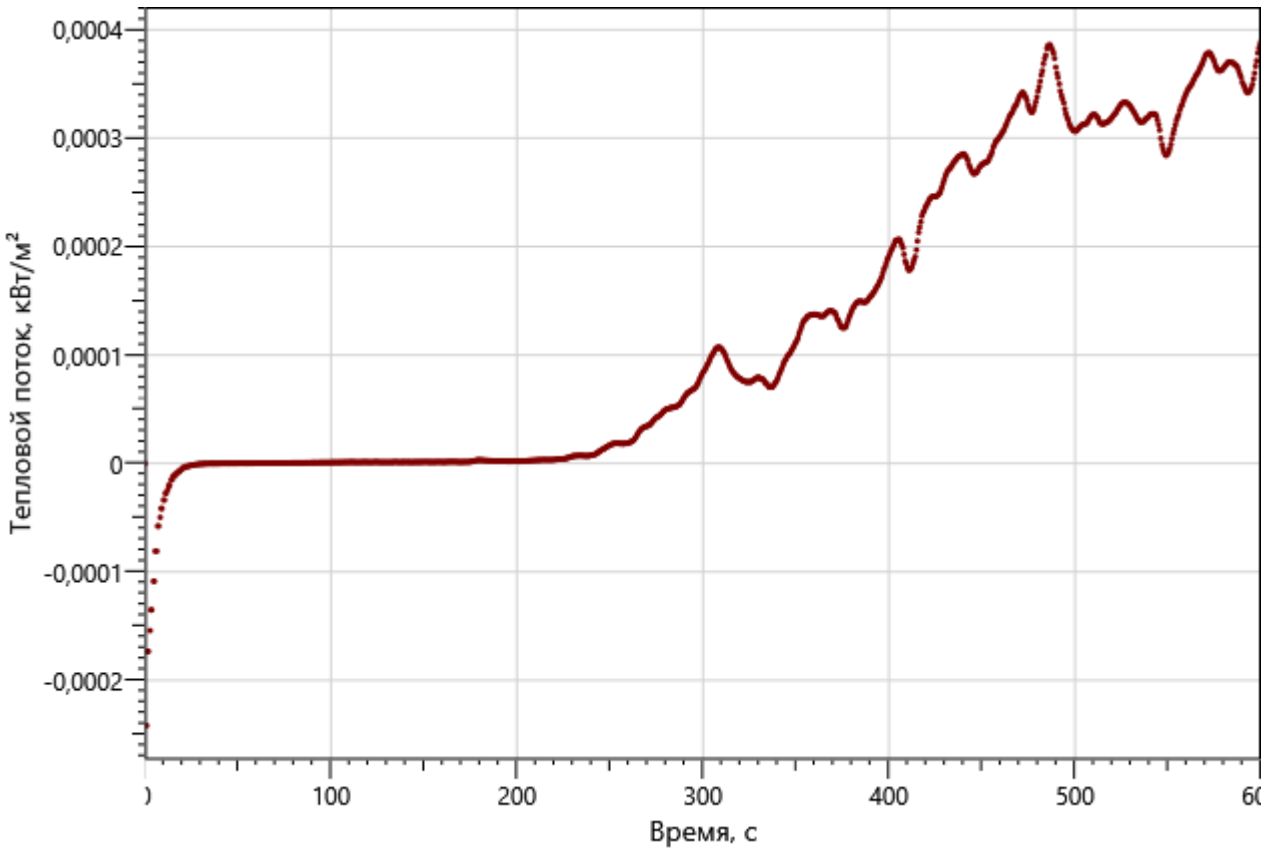


Рисунок 149 - Зависимость интенсивности теплового потока от длительности пожара на участках замера

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

Пожар происходит в жилом помещении на 17-м этаже. ОФП распространяются по помещению и за его пределы, при этом создавая угрозу блокирования ближайшего эвакуационного выхода.

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



Рисунок 150 - План 1-го этажа и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации

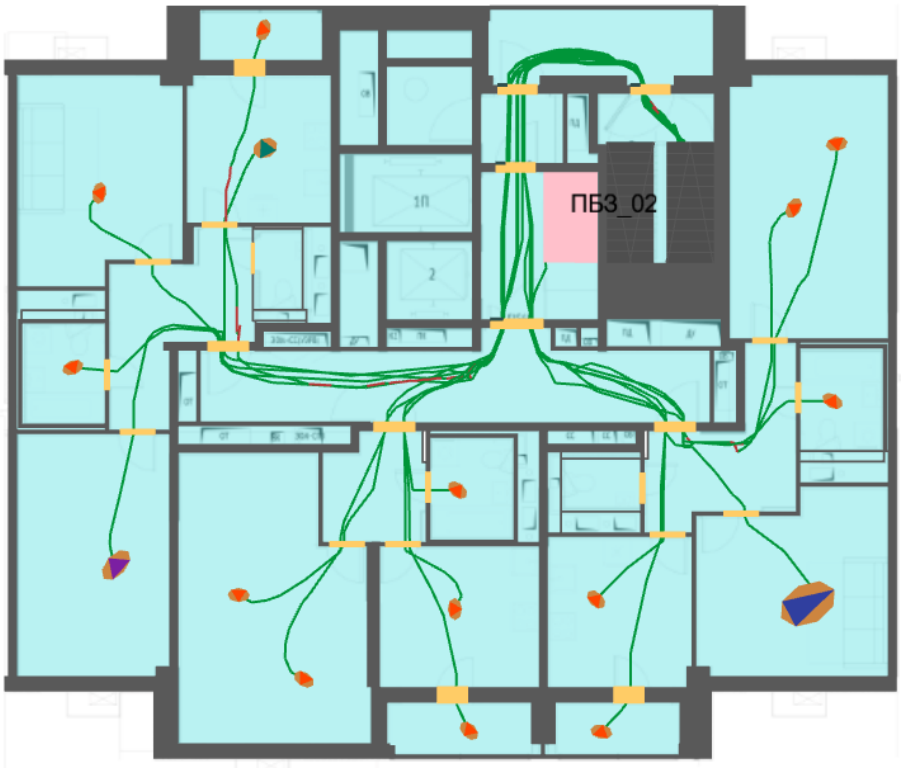


Рисунок 151 - План типового 2-го - 16-го этажа и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации

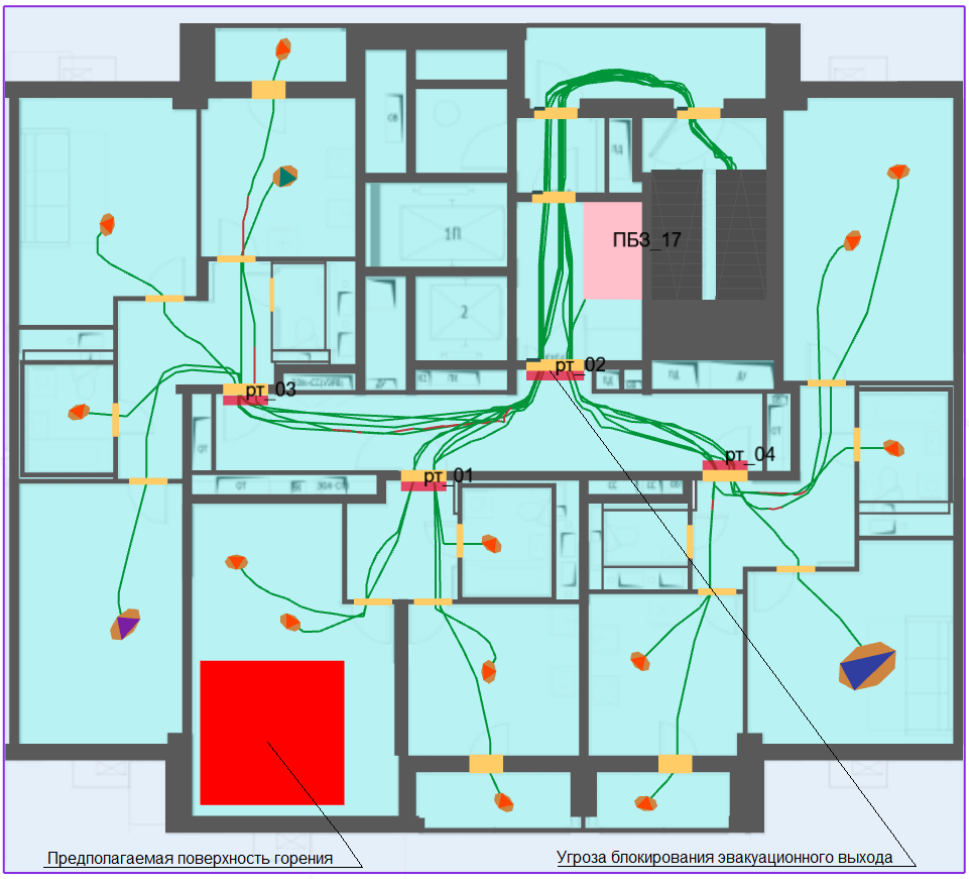


Рисунок 152 - План 17-го этажа и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации

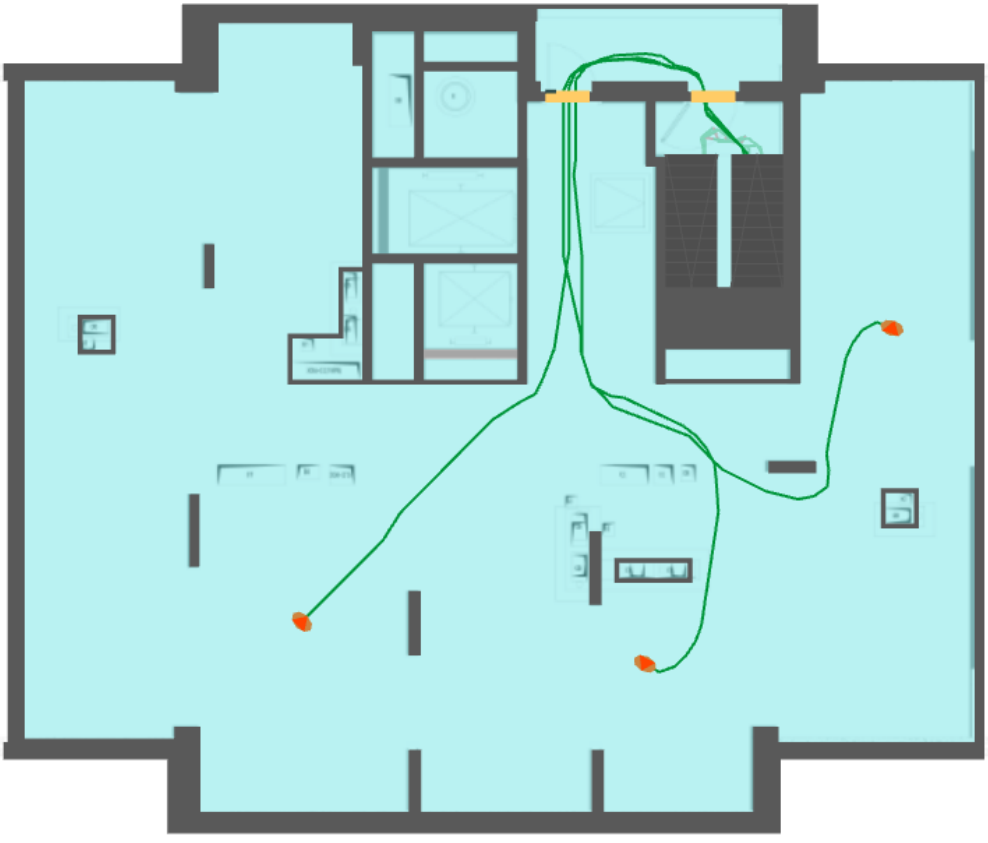


Рисунок 153 - План техническое пространство и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации

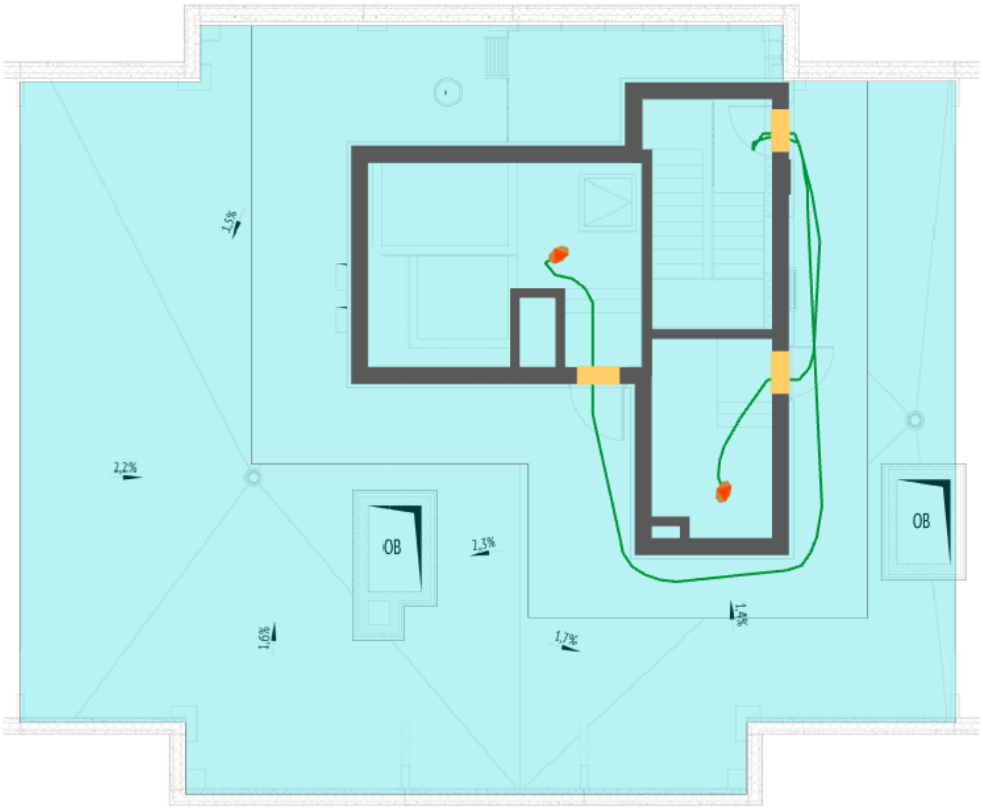


Рисунок 154 - План кровли и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации

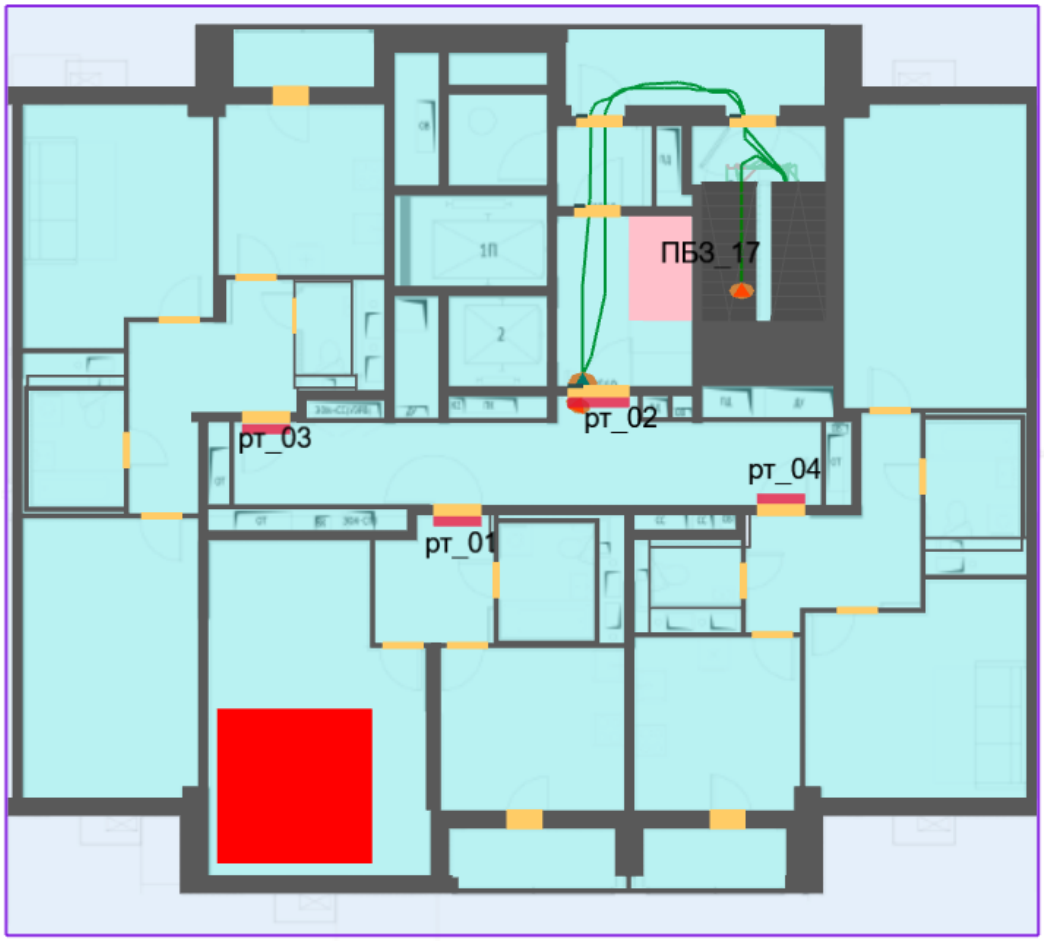


Рисунок 155 - План 25-го этажа и нанесенная на него расчетная (принципиальная) схема эвакуации (расположение людей на момент полной эвакуации с этажа пожара - 6 мин. 25 сек.)

Результаты моделирования движения людей.

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

$t_{НЭ} = 5 + 0,01 \cdot F$

где F – площадь помещения, м^2

Время начала эвакуации: $t_{НЭ} = 5,5$ с

Время эвакуации: $t_Э = t_{НЭ} + t_Р = 742,2$ с

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

Общее количество людей: 261

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

Для ПО№13 (Корпус 20.6 секция 2):

- на 2-17 этажах: по 13 взрослых человек в зимней одежде, 1 человек гр. М2, 1 человек гр. М3, 1 человек гр. М4;
- в техническом пространстве: 3 взрослых человека в зимней одежде;
- на кровле: 2 взрослых человека в зимней одежде.

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

Время эвакуации до эвакуационных выходов представлено в таблице ниже.

Таблица 38

Расположение	Наименование	Время первого, с	Время последнего, с	Количество людей
Этаж 1				
	Выход 1	113,0	742,2	245
Этаж 2				
	ПБЗ_02	371,2	371,2	1
Этаж 3				
	ПБЗ_03	371,2	371,2	1
Этаж 4				
	ПБЗ_04	371,2	371,2	1
Этаж 5				
	ПБЗ_05	371,2	371,2	1
Этаж 6				
	ПБЗ_06	371,2	371,2	1
Этаж 7				
	ПБЗ_07	371,2	371,2	1
Этаж 8				
	ПБЗ_08	371,2	371,2	1
Этаж 9				
	ПБЗ_09	371,2	371,2	1
Этаж 10				
	ПБЗ_10	371,2	371,2	1
Этаж 11				
	ПБЗ_11	371,2	371,2	1
Этаж 12				
	ПБЗ_12	371,2	371,2	1
Этаж 13				
	ПБЗ_13	371,2	371,2	1
Этаж 14				
	ПБЗ_14	371,2	371,2	1
Этаж 15				
	ПБЗ_15	371,2	371,2	1
Этаж 16				
	ПБЗ_16	371,2	371,2	1
Этаж 17				
	ПБЗ_17	371,2	371,2	1

Время эвакуации через регистраторы представлено в таблице ниже.

Таблица 39

Расположение	Наименование	Время первого, с	Время последнего, с	Количество людей
Этаж 17				
Помещение 852	рт_01	6,8	9,6	5
Помещение 792	рт_02	8,8	385,0	16
	рт_03	362,4	372,8	5
	рт_04	362,4	368,2	6

Вероятность эвакуации представлена в таблице ниже.

Таблица 40

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 17						
Помещение 852	рт_01	148,9	119,1	5,5	9,6	0,999
Помещение 792	рт_02	483,7	386,9	360,0	385,0	0,999
	рт_03	471,7	377,4	360,0	372,8	0,999
	рт_04	480,7	384,5	360,0	368,2	0,999

Результаты проведенных расчетов показывают, что максимальное расчетное время эвакуации с этажа пожара составит 6,42 мин. Время выхода из здания составляет 12,37 мин (Выход 1).

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

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

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 41

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	0,16	1,99	0,999	**Безопасно**
рт_02	6,00	6,42	6,45	0,999	**Безопасно**
рт_03	6,00	6,21	6,29	0,999	**Безопасно**
рт_04	6,00	6,14	6,41	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 №4)

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

Вероятность эвакуации людей из здания рассчитывают по формуле:

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

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

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

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

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

$$= 1 - (1 - 0,8704) \cdot (1 - 0) \cdot (1 - 0,75) \cdot (1 - 0,8) = 0,97408$$

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

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

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

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

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

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

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

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

$K_{эв,i}$ - коэффициент, учитывающий соответствие путей эвакуации требованиям нормативных документов по пожарной безопасности. Значение параметра $K_{эв,i}$ принимается равным $K_{эв,i} = 0,8$.

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

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

$$Q_В = 2,6 \cdot 10^{-2}[1 - (0,999 + (1 - 0,999) \cdot 0,97408)] = 0,67 \cdot 10^{-6}$$

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

Таблица 42

№ сценария пожара	Вероятность присутствия и спасения людей	Вероятность возникновения пожара	Вероятность эвакуации	Соответствие систем противопожарной безопасности требованиям нормативных документов							Расчетная величина пожарного риска
				$R_{АПС}$	$R_{АУПТ}$	$R_{СОУЭ}$	$R_{ПДЗ}$	$R_{ФПС}$	$R_{Ф}$	$R_{ЭВ}$	
4 (жилье корпус 20.6 секция 2)	$P_{сп.i}$ = 0,97408	$2{,}6 \cdot 10^{-2}$	0,999	0,8	0,9	0,8	0,8	-	0	0,8	$0{,}67 \cdot 10^{-6}$

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

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

Вывод: так как расчетная величина индивидуального пожарного риска для людей, находящихся в жилых помещениях $Q_B = 0{,}67 \cdot 10^{-6}$ менее нормативного значения индивидуального пожарного риска ($Q_{BH}=10^{-6}$), то расчетная величина индивидуального пожарного риска при возможном пожаре соответствует требуемому значению.

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

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

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

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

- Вероятность эвакуации людей составляет $P_э = 0,999$;
- Индивидуальный пожарный риск не превышает значения, установленного ФЗ №123 $(Q_B^H = 10^{-6})$:
  - $Q_B = 0{,}52 \cdot 10^{-6} < Q_B^H = 1 \cdot 10^{-6}$ - для помещений подземной автостоянки;
  - $Q_B = 0{,}67 \cdot 10^{-6} < Q_B^H = 1 \cdot 10^{-6}$ - для жилых помещений.

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.

Приложения

Поэтажные планы:

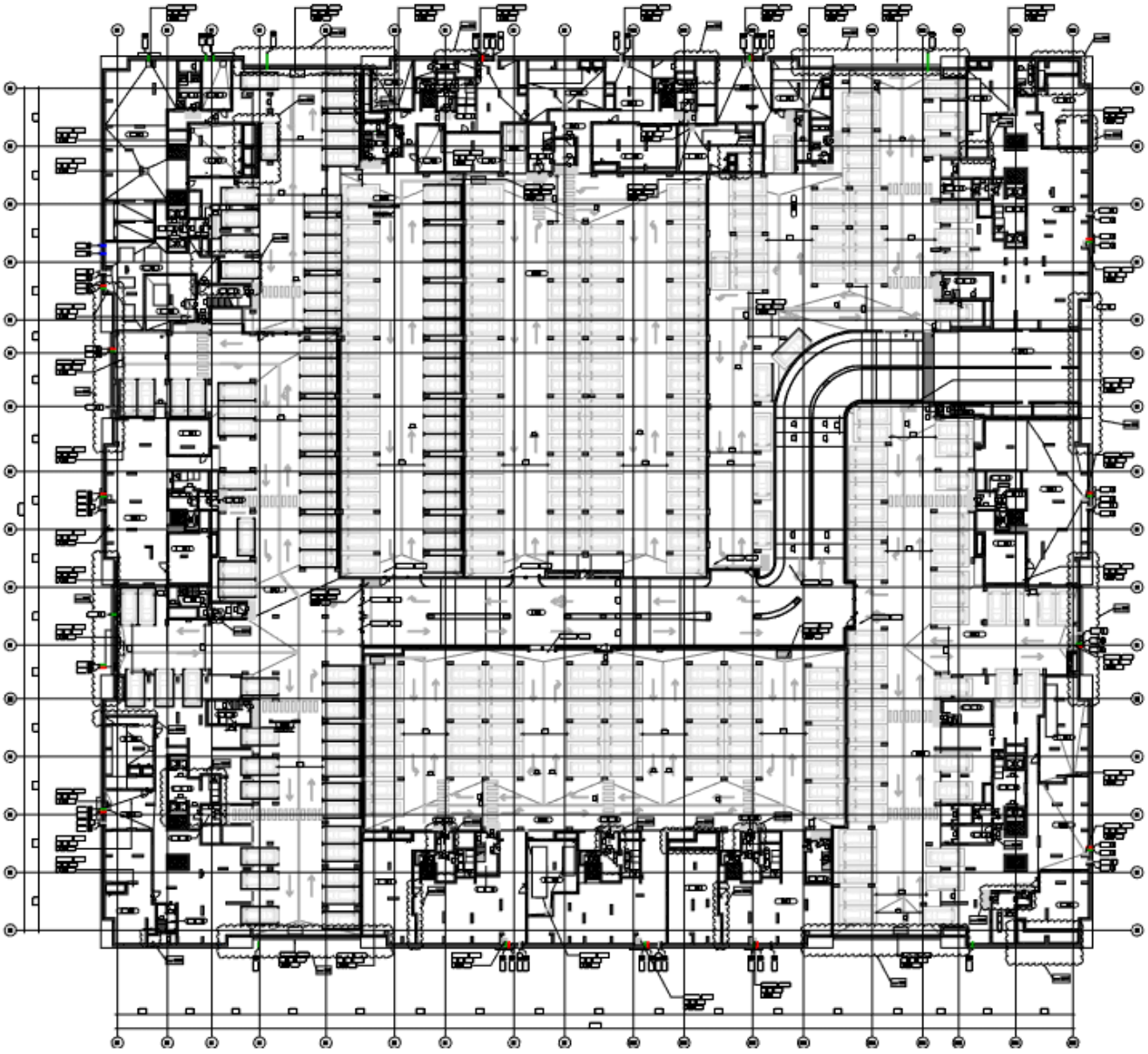


Рисунок: 156 - План минус 1-го этажа

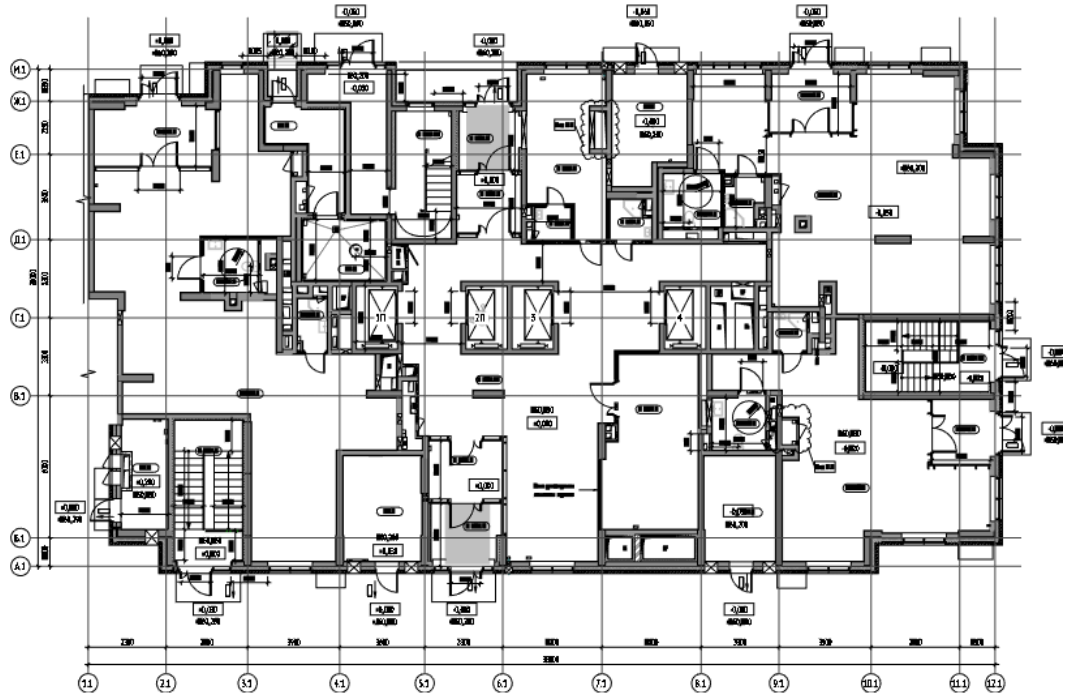


Рисунок: 157 - План 1-го этажа Корпуса 20.1

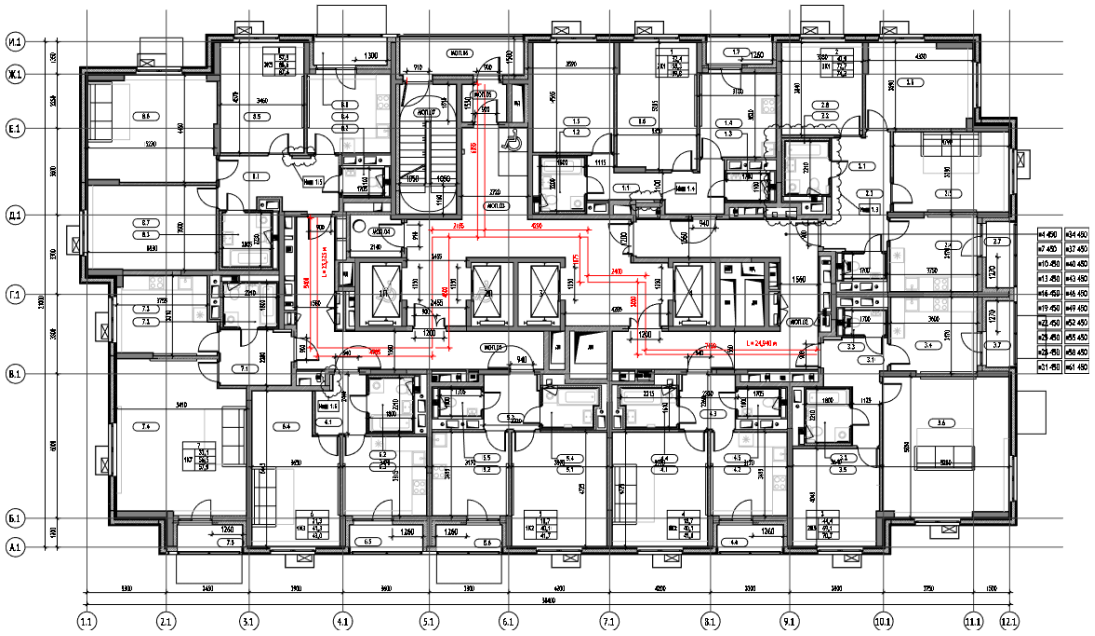


Рисунок: 158 - План 2-го - 21-го типового этажа Корпуса 20.1

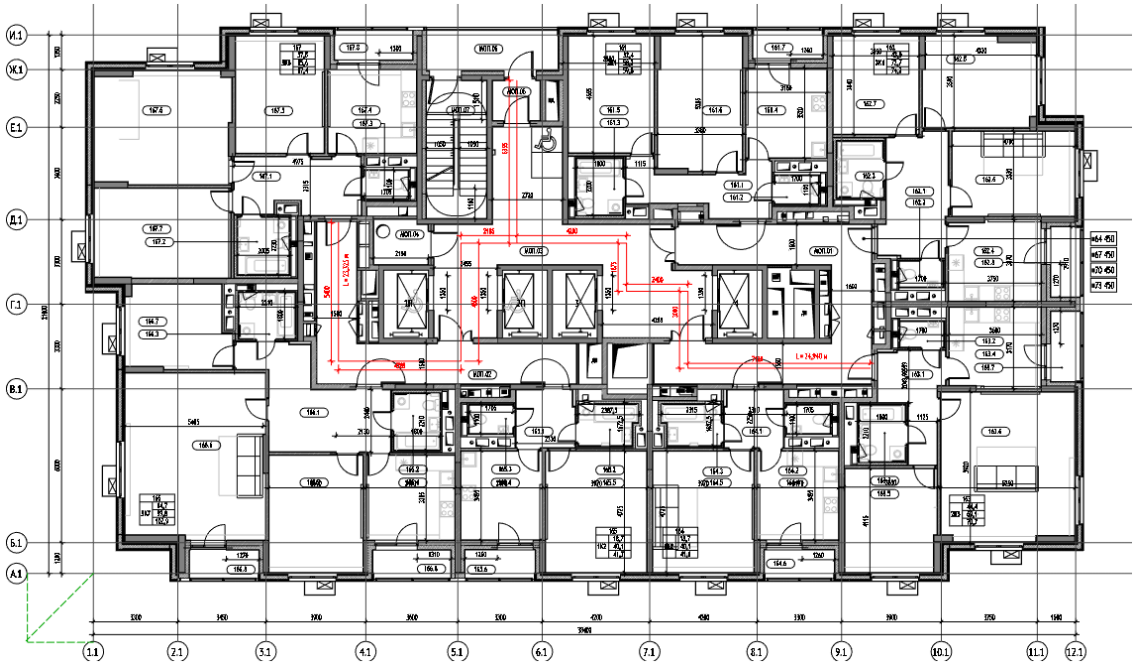


Рисунок: 159 - План 22-го - 25-го типового этажа Корпуса 20.1

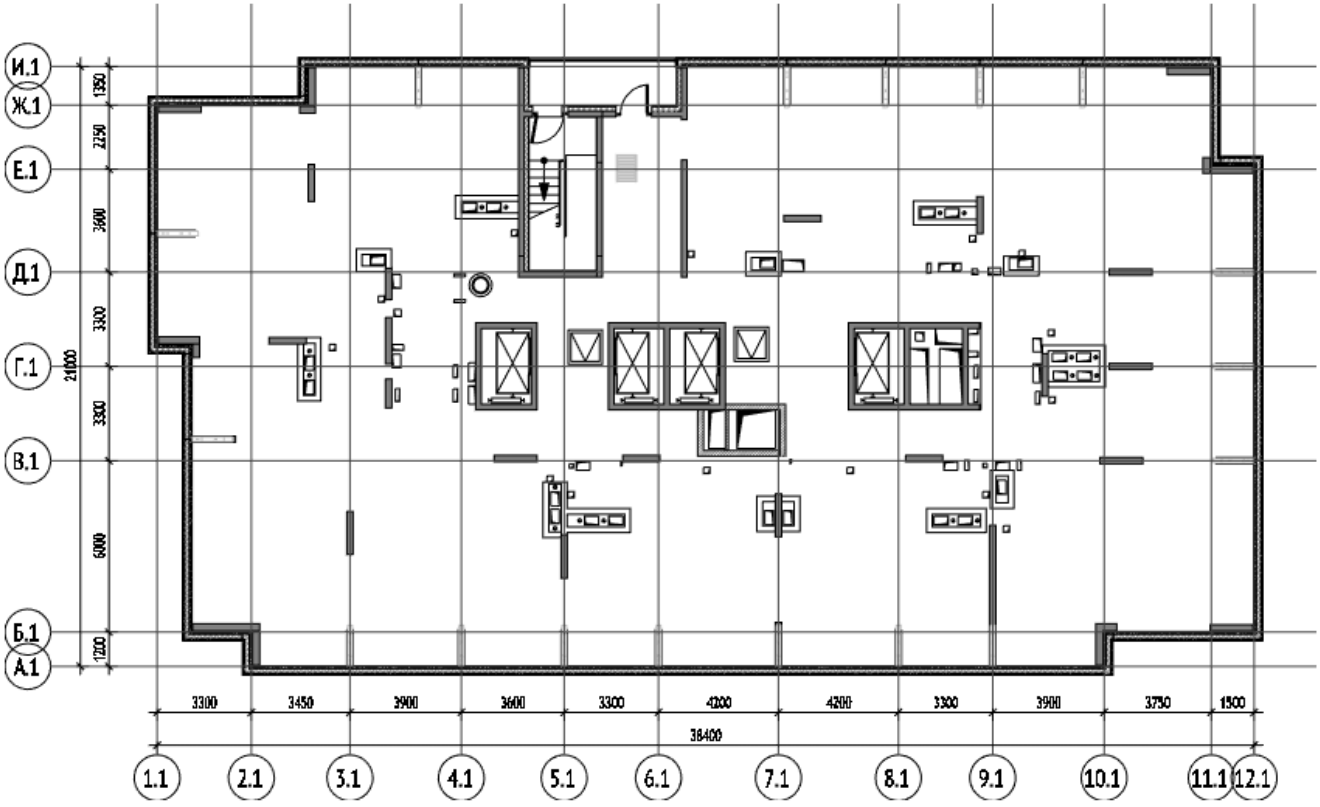


Рисунок: 160 - План технического пространства Корпуса 20.1

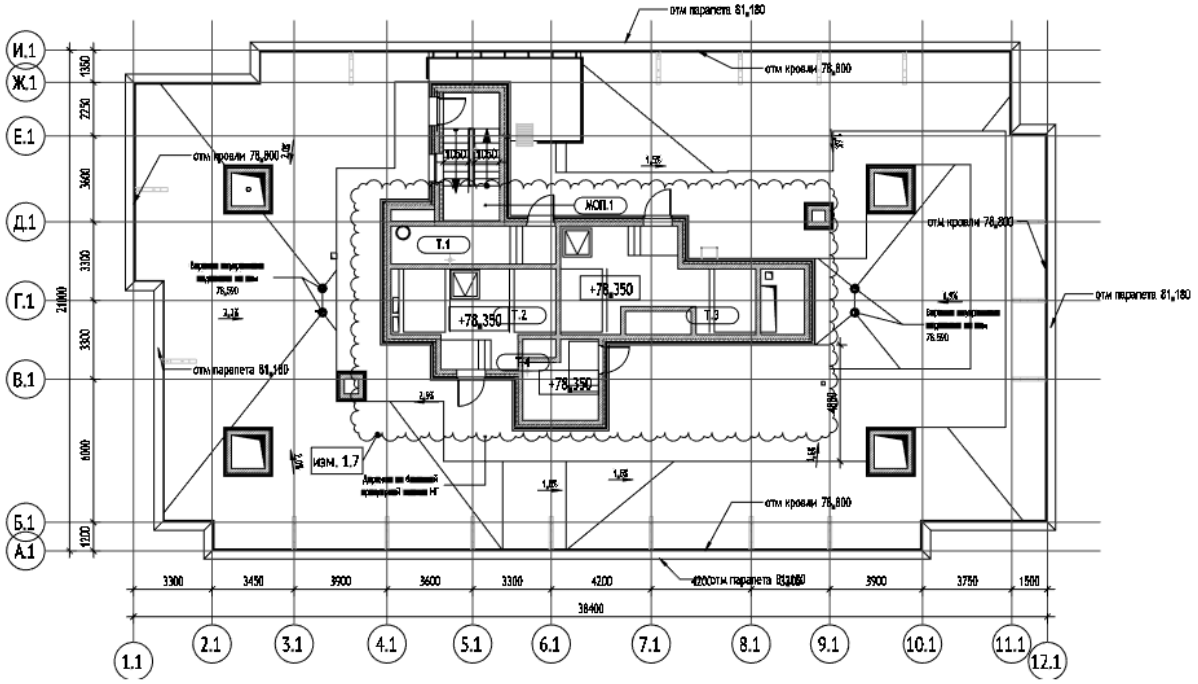


Рисунок: 161 - План выхода на кровлю Корпуса 20.1

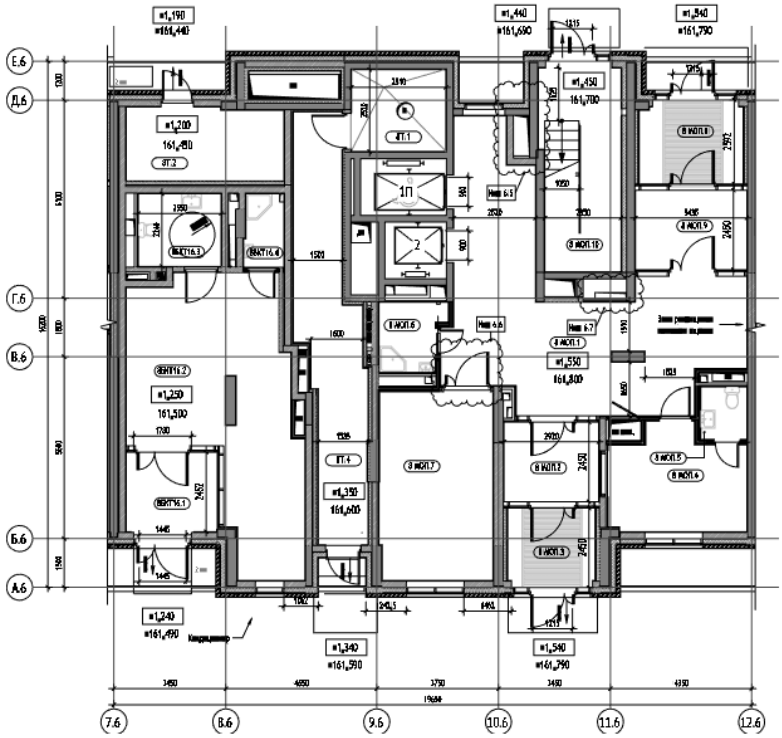


Рисунок: 162 – План 1-го этажа Корпуса 20.6 секция 2

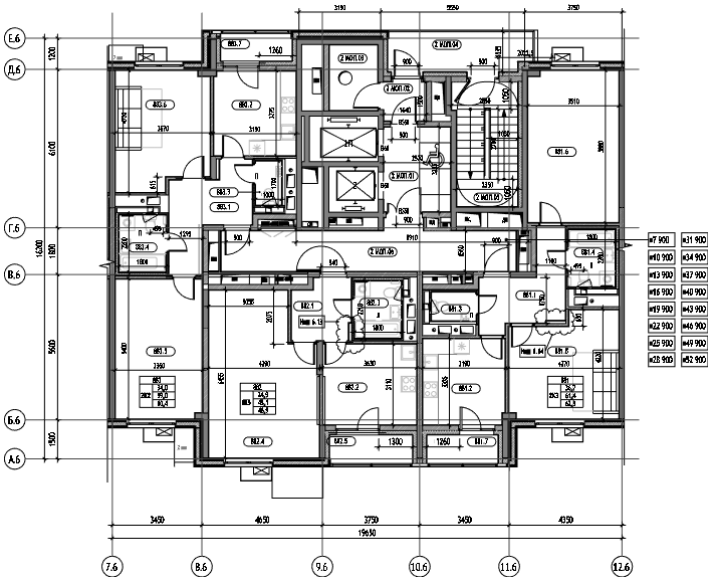


Рисунок: 163 - План 2-го - 17-го типового этажа Корпуса 20.6 секция 2

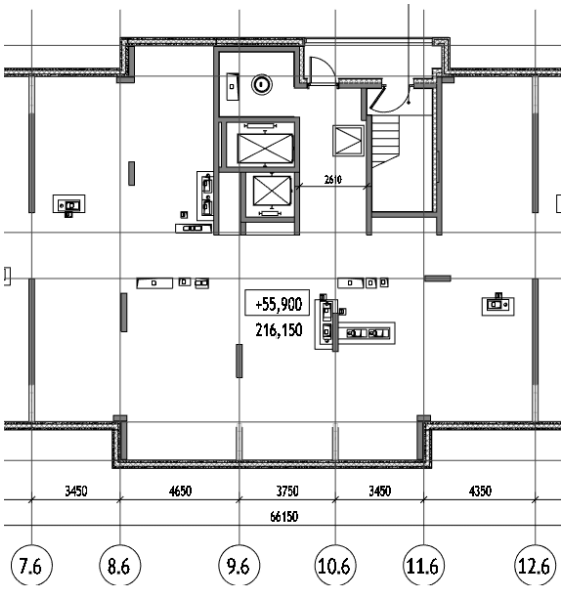


Рисунок: 164 - План технического пространства Корпуса 20.6 секция 2

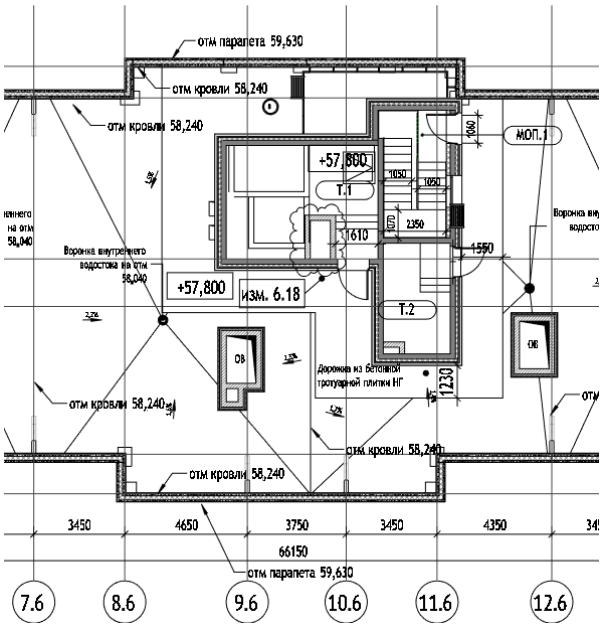


Рисунок: 165 - План выхода на кровлю Корпуса 20.6 секция 2

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

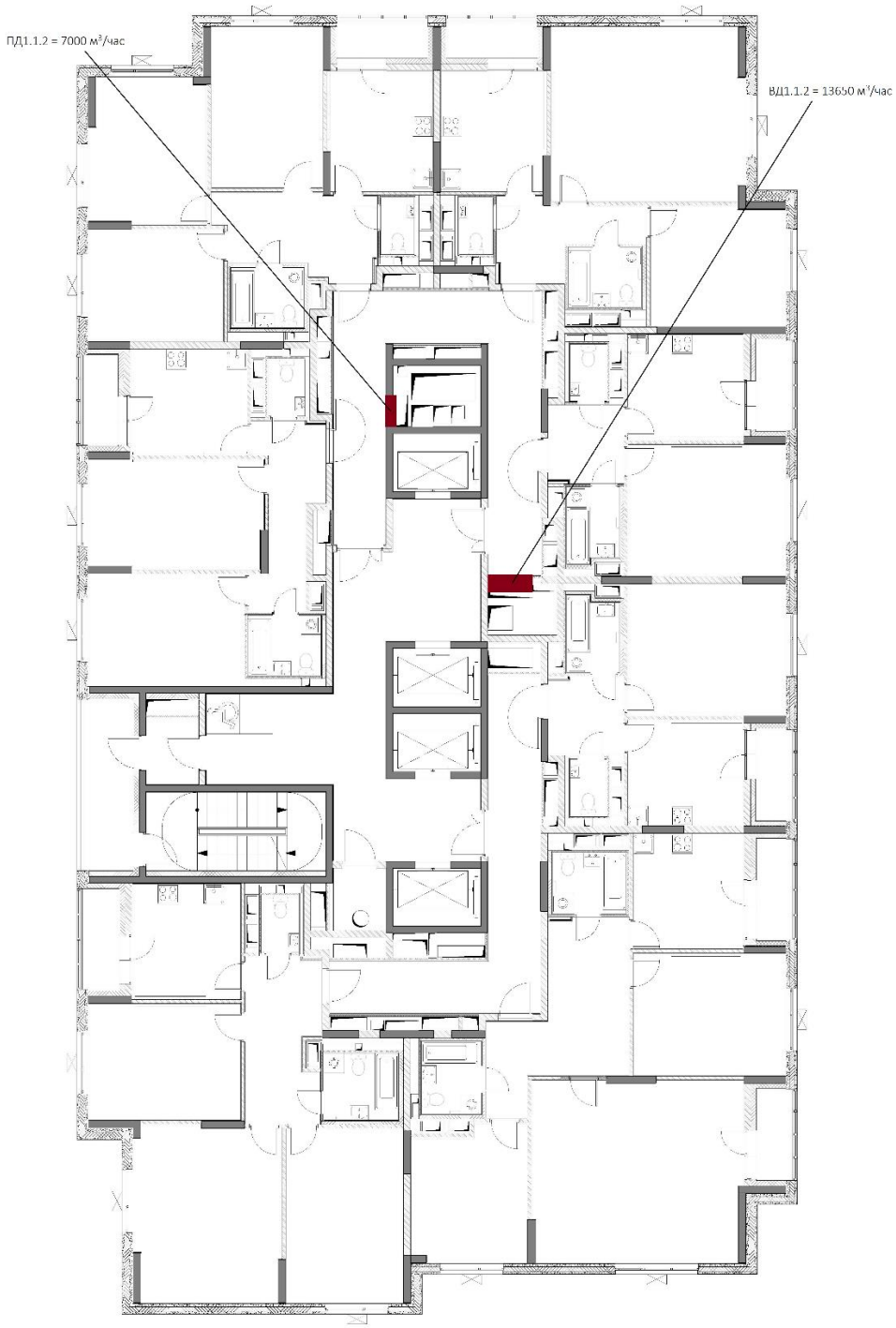


Рисунок: 166 – План 25-го этажа корпуса 20.1 с указанием мест размещения дымоприемных устройств, а также мест размещения компенсационных притоков

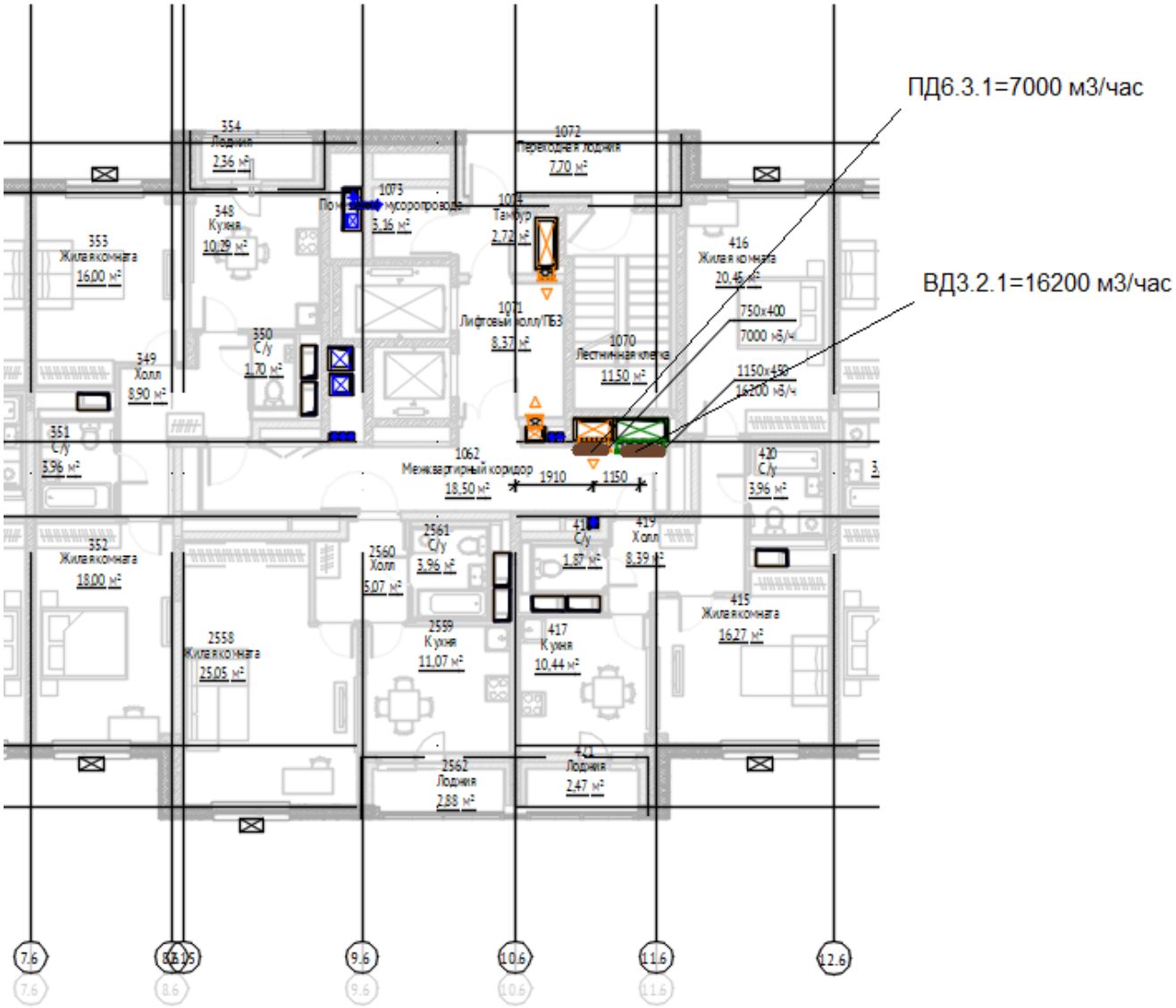


Рисунок: 167 - План 25-го этажа корпуса 20.6 секции 2 с указанием мест размещения дымоприемных устройств, а также мест размещения компенсационных притоков

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

9718144661-20230711-0927
(регистрационный номер выписки)

11.07.2023
(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 "ФМ Проджект"
(полное наименование юридического лица/ФИО индивидуального предпринимателя)

1197746532862
(основной государственный регистрационный номер)

1. Сведения о члене саморегулируемой организации:		
1.1	Идентификационный номер налогоплательщика	9718144661
1.2	Полное наименование юридического лица (Фамилия Имя Отчество индивидуального предпринимателя)	Общество с ограниченной ответственностью "ФМ Проджект"
1.3	Сокращенное наименование юридического лица	ООО "ФМ Проджект"
1.4	Адрес юридического лица Место фактического осуществления деятельности (для индивидуального предпринимателя)	107076, Россия, Москва, г. Москва, ул. Стромынка, д. 19, корп. 2, э/п/к/рм 1/IVб/27/5
1.5	Является членом саморегулируемой организации	Ассоциация Саморегулируемая организация «Межрегионпроект» (СРО-П-161-09092010)
1.6	Регистрационный номер члена саморегулируемой организации	П-161-009718144661-2520
1.7	Дата вступления в силу решения о приеме в члены саморегулируемой организации	01.10.2020
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, 01.10.2020	Да, 01.10.2020	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 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	**01.10.2020**
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 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: «НАЦИОНАЛЬНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ ИЗЫСКАТЕЛЕЙ И ПРОЕКТИРОВЩИКОВ» «НОПРИЗ»

СЕРТИФИКАТ 13 17 e5 86 00 55 af 51 88 40 b6 b9 68 a2 20 6a 90

ДЕЙСТВИТЕЛЕН: С 22.11.2022 ПО 22.11.2023

А.О. Кожуховский