

Министерство Российской Федерации  
по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям  
и ликвидации последствий стихийных бедствий

Академия Государственной противопожарной службы

На правах рукописи

Плешаков Виталий Владимирович

**ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА  
ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА ПЕРВОНАЧАЛЬНОМ ЭТАПЕ  
РАССЛЕДОВАНИЯ ПОЖАРОВ**

Специальность: 05.13.10

Управление в социальных и экономических системах  
(технические науки)

**ДИССЕРТАЦИЯ**

на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Научный руководитель  
кандидат технических наук, доцент  
Лобаев Игорь Александрович

Москва – 2020

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1 АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДОЗНАВАТЕЛЯМИ ОРГАНОВ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПОЖАРНОГО НАДЗОРА ФЕДЕРАЛЬНОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ НА ПЕРВОНАЧАЛЬНОМ ЭТАПЕ РАССЛЕДОВАНИЯ ПОЖАРОВ .....	12
1.1 Принятие решений на первоначальном этапе расследования пожаров .....	12
1.2 Информационно-аналитическая поддержка принятия решений на первоначальном этапе расследования пожаров .....	26
1.2.1 Анализ моделей и алгоритмов информационно-аналитической поддержки принятия решений при расследовании пожаров в Российской Федерации .....	34
1.2.2 Анализ моделей и алгоритмов информационно-аналитической поддержки принятия решений при расследовании пожаров за рубежом .....	42
1.2.3 Анализ существующих методов оценки и выбора альтернатив для расследования пожаров .....	45
1.3 Выбор научного подхода к решению проблемы информационно-аналитической поддержки принятия решений на первоначальном этапе расследования пожаров .....	49
1.4 Условия решения проблемы принятия решений на первоначальном этапе расследования пожаров .....	52
1.5 Выводы по первой главе.....	55

## ГЛАВА 2 РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДОЗНАВАТЕЛЯМИ ОРГАНОВ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПОЖАРНОГО НАДЗОРА ФЕДЕРАЛЬНОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ НА ПЕРВОНАЧАЛЬНОМ ЭТАПЕ РАССЛЕДОВАНИЯ ПОЖАРОВ..... 57

2.1 Разработка метода выбора и оценки альтернатив при расследовании пожаров ..... 57

2.2 Разработка экспресс-оценки времени достижения пороговых значений оптической плотности дыма при пожаре..... 66

2.3 Разработка алгоритма информационно-аналитической поддержки принятия управленческих решений на первоначальном этапе расследования пожаров ..... 87

2.4 Выводы по второй главе..... 91

## ГЛАВА 3 СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МОДЕЛИ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА ПЕРВОНАЧАЛЬНОМ ЭТАПЕ РАССЛЕДОВАНИЯ ПОЖАРОВ ..... 93

3.1 Диагностирование характера взаимосвязи элементов системы обеспечения пожарной безопасности на первоначальном этапе расследования пожаров ..... 93

3.2 Разработка и применение компьютерной программы для информационно-аналитической поддержки принятия решений на первоначальном этапе расследования пожаров ..... 105

3.2.1 Использование компьютерной программы «Реконструкция развития пожара» для расчета по экспресс-формулам..... 105

3.3 Корректировка документа «Методология судебной пожарно-технической экспертизы. Основные принципы» ..... 107

3.4 Оценка социального эффекта применения информационно-аналитической поддержки принятия решений на первоначальном этапе расследования пожаров ..... 110

3.5 Оценка экономического эффекта применения информационно-аналитической поддержки принятия решений на первоначальном этапе расследования пожаров .....	119
3.6 Выводы по третьей главе .....	122
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	124
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	126
Приложение А Разработка экспресс-оценки времени достижения пороговых значений оптической плотности дыма при пожаре .....	146
Приложение Б Определение времени срабатывания дымовых точечных пожарных извещателей при пожаре в помещении .....	178
Приложение В Акты внедрения результатов исследования .....	207

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы исследования.** Развитие органов дознания, а также совершенствование научно-экспериментальной базы судебно-экспертных учреждений федеральной противопожарной службы (далее — СЭУ ФПС) является одним из приоритетных направлений государственной политики Российской Федерации в области пожарной безопасности.

Управление деятельностью по расследованию пожаров дознавателями органов Государственного пожарного надзора федеральной противопожарной службы (далее — ГПН ФПС) на первоначальном этапе направлено на определение места расположения очага и причины пожара. При этом эффективность принятия решений при расследовании пожара зависит от качества информационно-аналитической поддержки, когда за установленное законодательством время из множества возможных версий об обстоятельствах возникновения и развития пожара необходимо оценить и выбрать достоверное и обоснованное решение.

Существующая модель информационно-аналитической поддержки при расследовании пожаров использует метод исключения, который предполагает обоснованное выдвижение всех возможных вариантов и их последовательное исключение. Лучший результат при принятии решения достигается при большем количестве разработанных вариантов. Сделать правильный выбор одного или нескольких из них становится всё более трудным вследствие их большого количества. Процесс оценки и выбора альтернатив слишком трудоемкий, однако возможная выгода от поиска всех возможных альтернатив до исчерпывающего уровня встречается с ограничениями по времени для принятия решения, отводимого законодательством на расследование пожара, что также снижает качество выбора и оценки альтернативных версий.

Так, в результате оценки выдвинутых вариантов решений проводится отбор альтернативных решений о сценариях возникновения и развития пожара с

дальнейшей проверкой в отношении имеющихся версий. Следовательно, создается информационная модель произошедшего пожара и формулируется вывод о расположении очага и причине пожара.

В настоящее время модели информационно-аналитической поддержки при расследовании пожаров имеют высокий научный уровень. Однако в условиях уничтожения пожаром материальных следов пожарно-технические эксперты не могут прийти к однозначному выводу о механизме и обстоятельствах возникновения пожара и, зачастую, вынуждены формулировать вывод в вероятностной форме. Такое положение затрудняет лицу, принимающему решение (далее — ЛПР), выбор соответствующего истине варианта, не позволяет диагностировать характер причинно-следственных связей нарушений требований пожарной безопасности и опасных последствий пожара, что повышает вероятность ошибки в принятии решения при расследовании пожаров. Например, органы ГПН ФПС при расследовании пожара не устанавливают и не усматривают виновников более чем 60 % случаев.

Автор настоящего исследования предлагает метод, позволяющий ЛПР выдвинуть и обработать наибольшее количество разработанных вариантов сценариев (версий по расположению очага и причине пожара) и при этом минимизировать трудоемкость и уложиться во временные интервалы, отводимого законодательством Российской Федерации для расследования пожара.

В целях реализации разработанного метода предложен алгоритм информационно-аналитической поддержки принятия решений на первоначальном этапе расследования пожаров. Таким образом, актуальность диссертационного исследования обусловлена получением целевого результата — принятия достоверного решения в условиях информационной неопределенности первоначального этапа расследования пожаров.

Созданная система позволяет ЛПР принимать также решения о взаимосвязи выявленных нарушений требованиям безопасности и природе связанных между собой событий и обстоятельств: возникновения очага горения в пространстве и причины пожара во времени события.

**Степень разработанности темы исследования.** Ниже перечислены фамилии исследователей, занимавшихся рассмотрением следующих вопросов:

– В.И. Козлачков, А.Ю. Хохлова, И.А. Лобаев, А.О. Андреев, А.В. Ершов, Д.А. Вечтомов, Е.А. Ягодка изучали информационно-аналитическую поддержку деятельности по расследованию пожаров с учетом расчетного моделирования динамики опасных факторов пожара (далее — ОФП), а также разработку экспресс-оценок пожарных рисков;

– С.И. Зернов, И.Д. Чешко, С.П. Воронов, С.А. Назаров, А.В. Попов, С.А. Кондратьев, Н.В. Петрова, J. Lentini, P.L. Kirk, M. Shipp, N.N. Daéid разрабатывали методологию пожарно-технической экспертизы с использованием расчетных методик;

– Е.А. Мешалкин, А.В. Матюшин, Н.Н. Брушлинский, С.В. Соколов, В.Б. Коробко, А.И. Овсяник посвятили свое внимание решению организационно-управленческих проблем Государственной противопожарной службы с учетом статистического анализа;

– Н.Г. Топольский, С.Ю. Бутузов, Ю.В. Прус, Р.Ш. Хабибулин, А.Н. Членов, А.В. Федоров, А.Л. Холостов, Д.В. Тараканов занимались вопросами развития научных основ информационных технологий, автоматизированных систем пожаровзрывобезопасности объектов.

Сформированные в настоящее время модели и алгоритмы, в том числе и на основе экспресс-оценки, не затрагивают область информационно-аналитической поддержки реконструкции процесса возникновения и распространения пожара. Такая информационно-аналитическая поддержка экспертами на первоначальном этапе расследования пожаров требуется дознавателям в форме судебной пожарно-технической экспертизы и исследований и существенным образом влияет на качество результатов принятия решений специалистами ГПН ФПС по итогам первоначального этапа расследования пожара.

**Цель исследования** — повышение эффективности информационно-аналитической поддержки принятия решений дознавателями органов ГПН ФПС на первоначальном этапе расследования пожаров.

**Объект исследования** — управление деятельностью по расследованию пожаров на первоначальном этапе.

**Предмет исследования** — информационно-аналитическая поддержка принятия решений дознавателями органов ГПН ФПС на первоначальном этапе расследования пожаров.

**Задачи исследования:**

1. Проведен анализ моделей и алгоритмов информационно-аналитической поддержки принятия решений дознавателями органов ГПН ФПС при расследовании пожаров.

2. Разработан метод ретроспективной оценки и выбора альтернативных решений при установлении времени возникновения, места расположения очага пожара и вида горючей нагрузки.

3. Разработаны формулы экспресс-оценки для информационной поддержки принятия решений о времени возникновения, места расположения очага пожара и виде горючей нагрузки.

4. Представлен алгоритм информационно-аналитической поддержки принятия решений на первоначальном этапе расследования пожаров.

**Научная новизна исследования:**

1. Разработан метод ретроспективной оценки и выбора альтернативных решений, который позволяет принять обоснованное решение в категорической форме о точном расположении очага пожара, виде горючей нагрузки и времени возникновения пожара.

2. Создан алгоритм информационно-аналитической поддержки принятия решений на первоначальном этапе расследования пожаров, позволяющий минимизировать трудоемкость и уложиться в пределы ограничения по времени, отводимого нормативными правовыми актами на расследование пожара.

**Теоретическая и практическая значимость работы** заключается в следующем: разработанные метод и алгоритм дополняют имеющиеся теоретические представления об информационно-аналитическом обеспечении деятельности по расследованию пожаров на основе соотношений значений



расчетной динамики ОФП и показателей автоматических систем раннего обнаружения пожара, что позволит ЛПП принять однозначный и обоснованный вывод в однозначной форме о точном расположении очага пожара, виде горючей нагрузки и времени возникновения пожара. Применение данного соотношения представляет необходимую информационно-аналитическую поддержку принятия решений, что особенно важно на первоначальном этапе расследования пожаров.

Полученные результаты исследований используются в практической деятельности подразделений ФПС, осуществляющих расследование и экспертизу пожаров; образовательной организации высшего и среднего образования пожарно-технического профиля.

**Методология и методы исследования.** Научной основой исследования послужили теория системного анализа, теории множеств, функций, графов, рисков. При решении конкретных задач использовались методы математического моделирования и информационного синтеза, корреляционно-регрессионного анализа, а также инструментальные методы их поддержки, методы экспертного анализа.

Для проведения исследования в области отбора альтернативных решений, использующих большой объем математического моделирования, автором применялась автоматизация операций, связанных с обработкой нормативной и профессионально значимой информации, и применение мобильных электронных средств обработки информации на основе методов экспресс-оценки времени начала пожара, места расположения очага пожара и вида горючего материала в очаге.

**Положения, выносимые на защиту:**

1. Метод ретроспективной оценки и выбора альтернативных решений по очагу и причине пожара.
2. Алгоритм информационно-аналитической поддержки принятия решений на первоначальном этапе расследования пожаров.

**Степень достоверности работы** подтверждается использованием апробированного программного продукта по моделированию динамики ОФП при

пожаре в помещении, фактических значений оптической плотности дыма (далее — ОПД), полученных при пожаре системами мониторинга контролируемой среды помещений и использование этих значений в виде эталонных величин для отбора области значений ОПД из множества расчетных сценариев и проверки адекватности информационной модели соответствующих цели и задачам исследования.

**Материалы диссертации реализованы** при организации и проведении судебных экспертиз и исследований по делам о пожарах и нарушениях требований пожарной безопасности:

- в ФГБУ «Судебно-экспертный центр ФПС» по г. Москве;
- ФГБУ «Судебно-экспертное учреждение ФПС «Испытательная пожарная лаборатория» по Ярославской области»;
- ФГБУ «Судебно-экспертное учреждение ФПС «Испытательная пожарная лаборатория» по Чувашской Республике — Чувашии».

Результаты работы использованы в учебном процессе Академии ГПС МЧС России при написании учебно-методических материалов по дисциплинам «Расследование и экспертиза пожаров» и «Судебная пожарно-техническая экспертиза» кафедры надзорной деятельности (в составе учебно-научного комплекса организации надзорной деятельности); а также по программам дополнительного профессионального образования.

**Апробация материалов исследования.** Материалы исследования обсуждались на совещаниях, семинарах, научно-практических конференциях:

- Международная научно-практическая конференция «Проблемы и перспективы судебной пожарно-технической экспертизы» (Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2015);
- Международная научно-практическая конференция «Исторический опыт, современные проблемы и перспективы образовательной и научной деятельности в области обеспечения пожарной безопасности» (Москва, Академия ГПС МЧС России, 2018);

– Международная научно-практическая конференция «Нарушение требований безопасности в ходе эксплуатации промышленных объектов и объектов социальной инфраструктуры: квалификация и расследование» (Москва, Московская академия Следственного комитета России, 2018);

– Межведомственная научно-практическая конференция «СПЕЦ — поисково-досмотровая и криминалистическая техника» (Москва, ФКУ НПО «Специальная техника и связь» МВД России, 2019).

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 12 научных работ, в том числе 7 статей в рецензируемых журналах из перечня ВАК для опубликования результатов диссертационных исследований.

**Личный вклад автора.** Личное участие соискателя в получении результатов, изложенных в диссертации, заключается в разработке метода ретроспективного отбора альтернативных решений по очагу и причине пожара, полученными путем численного эксперимента при реконструкции пожара, алгоритма информационно-аналитической поддержки принятия решений дознавателями органов ГПН ФПС на первоначальном этапе расследования пожаров.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, трех глав и заключения, изложенных на 213 страницах машинописного текста, списка литературы из 140 наименований и трех приложений, содержит 24 таблицы и 82 рисунка.

Автор настоящей исследовательской работы выражает глубокую признательность и искреннюю благодарность за помощь на всех этапах выполнения диссертации научному руководителю кандидату технических наук, доценту Игорю Александровичу Лобаеву и кандидату технических наук Денису Анатольевичу Вечтому.

# ГЛАВА 1 АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДОЗНАВАТЕЛЯМИ ОРГАНОВ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПОЖАРНОГО НАДЗОРА ФЕДЕРАЛЬНОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ НА ПЕРВОНАЧАЛЬНОМ ЭТАПЕ РАССЛЕДОВАНИЯ ПОЖАРОВ

## 1.1 Принятие решений на первоначальном этапе расследования пожаров

В соответствии с Федеральным законом от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» (ст. 3) система обеспечения пожарной безопасности — совокупность сил и средств, а также мер правового, организационного, экономического, социального и научно-технического характера, направленных на профилактику пожаров, их тушение и проведение аварийно-спасательных работ. Основные элементы системы обеспечения пожарной безопасности — органы государственной власти, органы местного самоуправления, организации, граждане, принимающие участие в обеспечении пожарной безопасности в соответствии с законодательством Российской Федерации (рисунок 1.1).

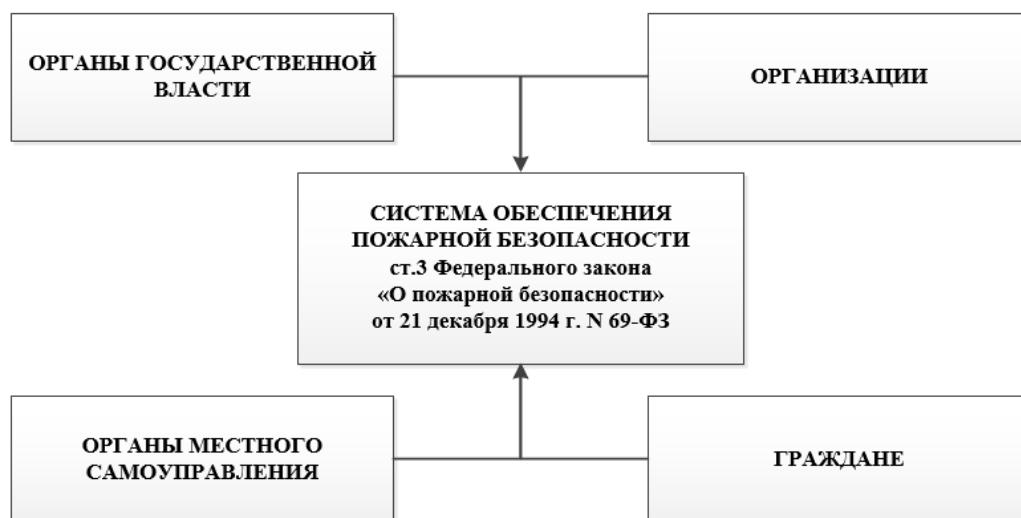


Рисунок 1.1 — Структура системы обеспечения пожарной безопасности в Российской Федерации

Основные функции системы обеспечения пожарной безопасности:

- нормативное правовое регулирование и осуществление государственных мер в области пожарной безопасности;
- создание пожарной охраны и организация ее деятельности;
- разработка и осуществление мер пожарной безопасности;
- реализация прав, обязанностей и ответственности в области пожарной безопасности;
- проведение противопожарной пропаганды и обучение населения мерам пожарной безопасности;
- содействие деятельности добровольных пожарных, привлечение населения к обеспечению пожарной безопасности;
- научно-техническое обеспечение пожарной безопасности;
- информационное обеспечение в области пожарной безопасности;
- осуществление федерального государственного пожарного надзора и других контрольных функций по обеспечению пожарной безопасности;
- производство пожарно-технической продукции;
- выполнение работ и оказание услуг в области пожарной безопасности;
- лицензирование деятельности в области пожарной безопасности (далее — лицензирование) и подтверждение соответствия продукции и услуг в области пожарной безопасности (далее — подтверждение соответствия);
- тушение пожаров и проведение аварийно-спасательных работ;
- учет пожаров и их последствий;
- установление особого противопожарного режима;
- организация и осуществление профилактики пожаров.

В соответствии со ст. 34, 37 Федерального закона от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» граждане и организации обязаны

выполнять предписания, постановления и иные законные требования должностных лиц государственного пожарного надзора.

Согласно ст. 21 УПК РФ требования, поручения и запросы органа дознания и дознавателя, предъявленные в пределах их полномочий, установленных УПК РФ, обязательны для исполнения всеми учреждениями, предприятиями, организациями, должностными лицами и гражданами.

Дознаватель может самостоятельно производить следственные и иные процессуальные действия и принимать процессуальные решения за исключением случаев, когда на это требуется согласие начальника органа дознания, санкция прокурора или судебное решение (п. 3 ст. 41 УПК РФ).

Таким образом, дознаватели органов ГПН ФПС являются лицами, принимающими управленческие решения, поскольку осуществляют функции представителя власти и участники системы обеспечения пожарной безопасности — граждане и организации обязаны выполнять законные требования дознавателя. При этом управленческая деятельность дознавателя носит властный характер и использует все необходимые и предусмотренные законодательством рычаги процессуального подчинения и приемы психологического воздействия.

Это относится и к первоначальному этапу расследования пожаров, характеризующимся информационной неопределенностью ситуации, неизвестным характером происшествия: при проверке заявления или сообщения о пожаре.

При этом принятие решений при расследовании пожаров является в данном случае операцией подлежащей исследованию, поскольку представляет собой систему действий, объединенную единым замыслом и направленную на достижение определенной цели, — принятие законного, обоснованного и мотивированного решения по итогам первоначального этапа расследования пожара.

В данном случае элементы системы обеспечения пожарной безопасности Российской Федерации являются управляемой системой, т. е. при проведении проверки сообщения о пожаре или сообщения о преступлении, связанном с

пожаром от дознавателя органов ГПН ФПС зависит выбор способа и параметры, характеризующие способ ее организации. По итогам проведенной проверки дознаватель принимает решение, представляющее собой определенный выбор зависящих от дознавателя альтернатив. Оптимальным будут однозначные, соответствующие истине решения, принятые в установленный законом срок, все другие решения будут неоптимальными.

Совершенствование деятельности органов дознания и судебно-экспертных учреждений является одним из приоритетных направлений документа «Основы государственной политики Российской Федерации в области пожарной безопасности на период до 2030 года» [13].

Следует отметить, что наиболее полно основные вопросы принятия управленческих решений при расследовании пожаров, квалификации нарушений требований пожарной безопасности при расследовании пожаров, проведения проверки заявлений и сообщений о пожарах, производства по ним неотложных следственных действий освещены в работах В.И. Козлачкова, И.А. Лобаева, С.И. Зернова, И.Д. Чешко, С.А. Кондратьева и др.

Вся деятельность должностных лиц при расследовании пожаров может быть представлена как последовательный процесс принятия решений (процессуальных решений), направленных на достижение одной общей цели, — установлению состава правонарушения, связанного с пожаром и других обстоятельств, подлежащих доказыванию для достижения назначения уголовного судопроизводства. Лица, принимающие процессуальные решения на первоначальном этапе расследования пожаров:

- прокурор;
- следователь;
- орган дознания;
- начальник органа дознания;
- начальник подразделения дознания;
- дознаватель.

Принятие управленческих решений на первоначальном этапе расследования пожаров о наличии состава правонарушения, повлекшего возникновение пожара и причинение вреда, требует информационно-аналитической поддержки, поскольку для установления обстоятельств возникновения и распространения пожара и квалификации нарушений требований пожарной безопасности требуется применение специальных знаний в различных областях пожарной безопасности, в том числе и применение расчетных методик, позволяющих моделировать процесс возникновения и развития пожара.

Такое положение связано с неочевидностью процесса возникновения пожара, а также условиями неопределенности о времени, месте, причине возникновения и развития горения, что в большинстве случаев приводит к вероятностным экспертным выводам, ошибкам при квалификации правонарушений и нарушений требований пожарной безопасности. Всё вышесказанное затрудняет принятие правильных решений дознавателями органов ГПН ФПС о наличии признаков правонарушения, а также наличии прямой причинно-следственной связи нарушений требований пожарной безопасности и последствий пожара по итогам предварительной проверки.

Главная задача начального этапа проверки — обнаружение (проверка наличия) признаков преступления, что является основой для правовой квалификации и, соответственно, решения вопроса об обоснованности возбуждения по данному факту уголовного дела [100].

Деятельность дознавателей органов ГПН ФПС на первоначальном этапе расследования пожаров регламентируется «Инструкцией о порядке приема, регистрации и проверки сообщений о преступлениях и иных происшествиях в органах Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» (утв. приказом МЧС РФ от 2 мая 2006 г. № 270; далее — Инструкция), а также УПК РФ.



В соответствии с приложением 6 Инструкции (приложение к приказу МЧС России от 2 мая 2006 г. № 270) на первоначальном этапе расследования пожаров необходимо установить:

- дату происшедшего;
- время происшедшего;
- место происшедшего;
- обстоятельства происшедшего.

По итогам проведенной работы должностные лица органов ГПС МЧС России, рассмотрев представленные результаты проверки сообщения об ином происшествии, в соответствии со своими полномочиями принимают одно из следующих решений:

- о регистрации рапорта в КРСП, организации проверки в порядке ст. 144 УПК Российской Федерации или о его направлении по подследственности;
- привлечении лица к административной ответственности по представленному протоколу об административном правонарушении;
- возбуждении административного дела и производстве административного расследования;
- списании материалов проверки в накопительное дело.

В соответствии со ст. 144 УПК РФ дознаватель, орган дознания, следователь, руководитель следственного органа обязаны принять, проверить сообщение о любом совершенном или готовящемся преступлении и в пределах компетенции, установленной УПК РФ, принять по нему решение в срок не позднее 3 суток со дня поступления указанного сообщения.

При проверке сообщения о преступлении дознаватель, орган дознания, следователь, руководитель следственного органа вправе получать объяснения, образцы для сравнительного исследования, истребовать документы и предметы, изымать их в порядке, установленном УПК РФ, назначать судебную экспертизу, принимать участие в ее производстве и получать заключение эксперта в разумный срок, производить осмотр места происшествия, документов, предметов, трупов,

освидетельствование, требовать производства документальных проверок, ревизий, исследований документов, предметов, трупов, привлекать к участию в этих действиях специалистов, давать органу дознания обязательное для исполнения письменное поручение о проведении оперативно-розыскных мероприятий.

В Методических рекомендациях «Расследование преступлений, связанных с нарушением правил пожарной безопасности» [101] указаны обстоятельства, которые необходимо установить при проведении предварительной проверки, а именно:

- время, дату возникновения пожара, объект пожара (в зависимости от назначения объекта — жилые дома, предприятия торговли и т. п. — решается вопрос о применении тех или иных Правил пожарной безопасности, Строительных норм и правил и других нормативных документов);
- адрес, ведомственную принадлежность объекта пожара;
- непосредственную (техническую) причину пожара;
- лицо, виновное в возникновении пожара. В случае, если техническая причина возникновения пожара связана с нарушением правил пожарной безопасности (далее — ППБ);
- последствия пожара: материальный ущерб, сведения о ликвидации объекта, дезорганизации его работы, характер травм, полученных при пожаре, смерть потерпевших;
- условия, способствовавшие наступлению тяжких последствий (несоответствие путей эвакуации, нарушение правил хранения и другие нарушения ППБ);
- лицо (лица), с действиями (или бездействием) которых связано наступление последствий пожара (цепочка ответственных лиц);
- является ли это деяние нарушением ППБ, повлекшим наступление тяжких последствий.

Эффективность решения задачи принятия дознавателем органов ГПН ФПС по итогам первоначального этапа расследования пожара  $W$  можно формально представить в виде общей символической формулы:

$$W = W(\alpha_1, \alpha_2, \dots Y_1, Y_2, \dots x_1, x_2, \dots), \quad (1.1)$$

где,  $\alpha_1, \alpha_2, \dots$  — условия выполнения операции, которые известны заранее и изменены быть не могут (требования уголовно-процессуального законодательства);

$Y_1, Y_2, \dots$  — неизвестные условия или факторы (взаимосвязь динамики опасных факторов пожара с конкретными условиями и обстоятельствами, происхождение отдельных явлений);

$x_1, x_2, \dots$  — элементы решения, которые дознавателю предстоит выбрать (время возникновения пожара, расположение очага пожара, вид горючей нагрузки в очаге пожара, механизм возникновения пожара, квалификация нарушений требований пожарной безопасности, виновность лица в совершении преступления, форма его вины, характер и размер вреда, причиненного преступлением и т. д.).

Если бы условия  $Y_1, Y_2, \dots$  были известны, можно было бы заранее подсчитать показатель  $W$  и выбрать такое решение  $x_1, x_2, \dots$ , при котором он максимизируется. Однако параметры  $Y_1, Y_2, \dots$  при расследовании могут быть неизвестны или известны в вероятностной форме, а значит неизвестен и зависящий от них показатель эффективности  $W$  при любом решении. Наличие неизвестных факторов  $Y_1, Y_2, \dots$  переводит в задачу о выборе решения в условиях неопределенности.

Если условия выполнения операции неизвестны, не имеем возможности так же успешно организовать ее, как мы это сделали бы, если бы располагали большей информацией. Поэтому любое решение, принятое в условиях неопределенности, хуже решения, принятого во вполне определенной ситуации.

Таким образом, принятие решений по итогам расследования происходит в условиях неопределенности, поскольку точно неизвестны условия или факторы,

обуславливающие взаимосвязь динамики ОФП с конкретными условиями и обстоятельствами, а также происхождение отдельных явлений.

В соответствии со ст. 145 УПК РФ по результатам рассмотрения сообщения о преступлении (рисунок 1.2) орган дознания, дознаватель, следователь, руководитель следственного органа принимает одно из следующих решений:

- о возбуждении уголовного дела, предусмотренное ст. 146 УПК РФ;
- отказе в возбуждении уголовного дела, предусмотренное ст. 148 УПК РФ;
- передаче сообщения по подследственности, предусмотренное п. 3 ч. 1 и 3 ст. 145 УПК РФ.



Рисунок 1.2 — Схема рассмотрения сообщения о преступлении

Анализ результатов деятельности дознавателей органов ГПН ФПС за последние пять лет (2014–2018) показывает, что органами дознания ежегодно в

условиях сокращающегося количества зарегистрированных пожаров рассматривается значительное количество сообщений о пожарах и преступлениях, связанных с пожарами (рисунок 1.3) [122–126].

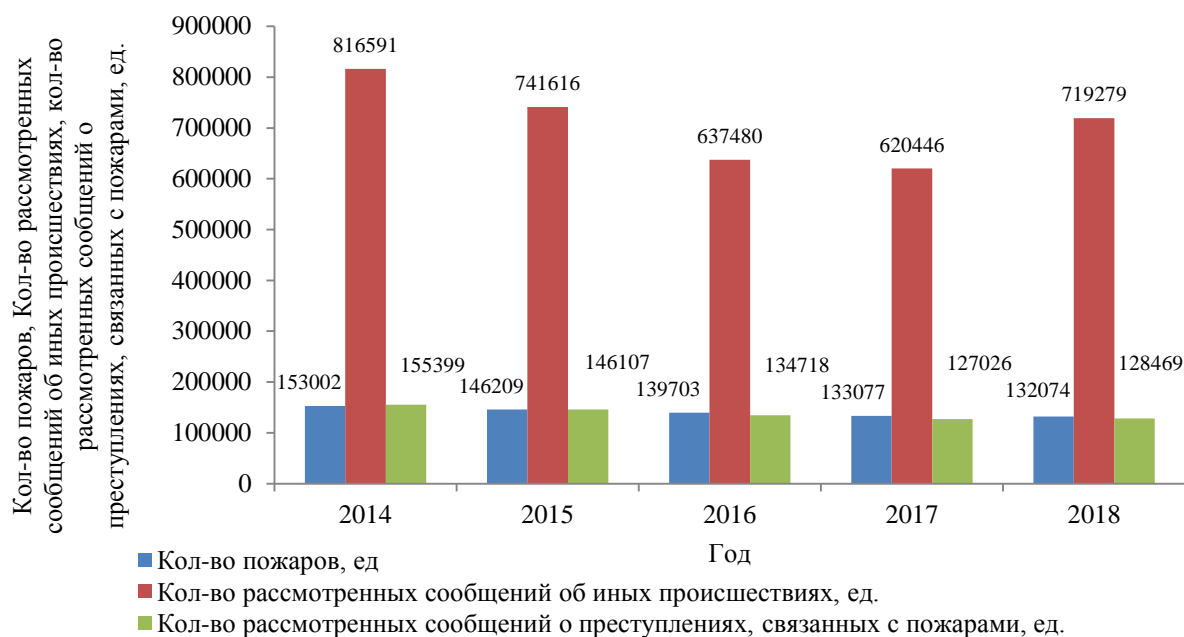
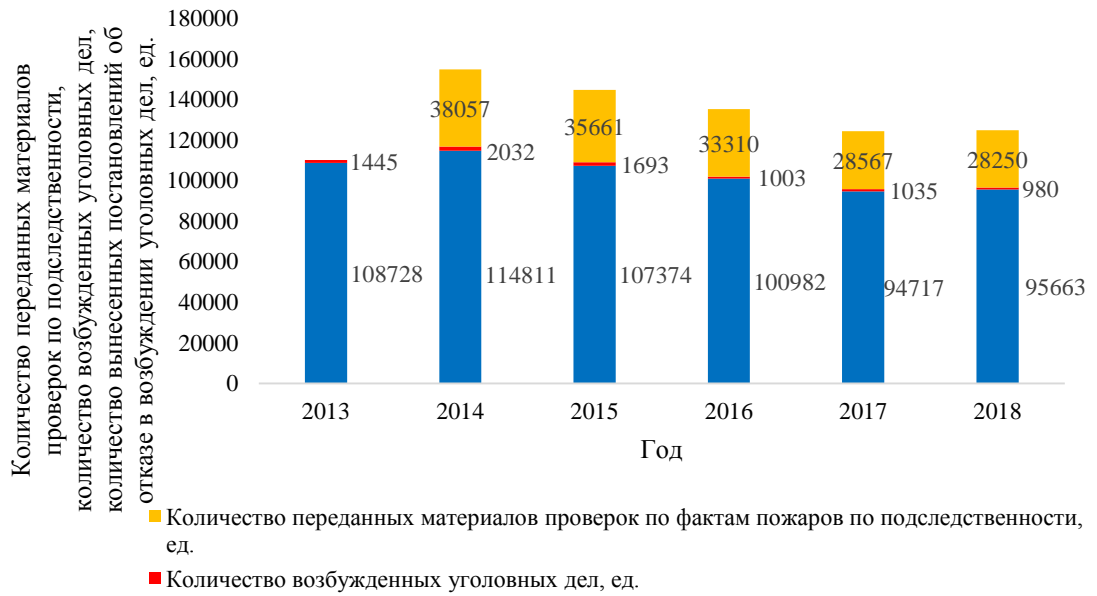


Рисунок 1.3 — Распределение количества сообщений о пожарах и о преступлениях, ед. (2014–2018)

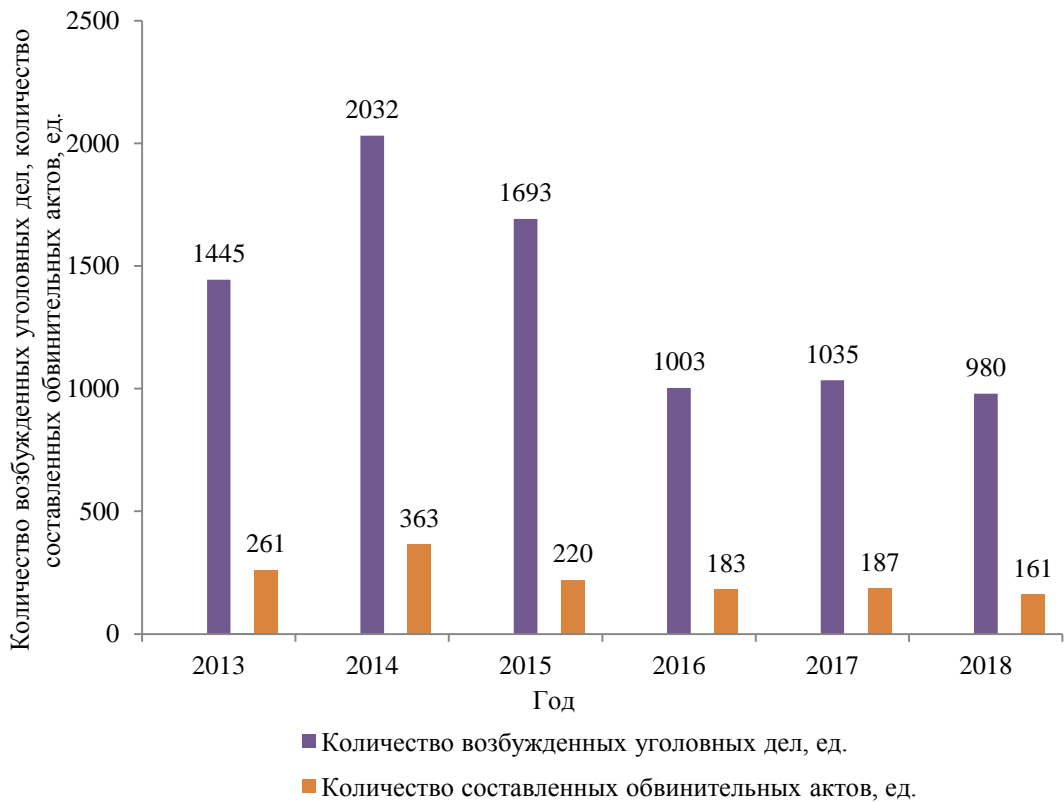
При этом в большинстве случаев принимается решение об отказе в возбуждении уголовного дела, решений о возбуждении уголовного дела принимается незначительное количество (рисунок 1.4, а) [122–126].

Итогом первоначального этапа расследования пожаров должно стать принятие дознавателем органов ГПН ФПС одного из трех альтернативных решений, предусмотренных ч. 1 ст. 145 УПК РФ (о возбуждении уголовного дела либо отказе в этом или о передаче дела по подследственности), а также о наличии признаков административного правонарушения.

Основным документом, содержащим итоги произведенного дознания, является обвинительный акт либо обвинительное постановление. Анализ результатов деятельности дознавателей органов ГПН ФПС за последние шесть лет (2013–2018) показывает общее снижение количества возбужденных уголовных дел и составленных обвинительных актов (рисунок 1.4, б) [122–126].



а

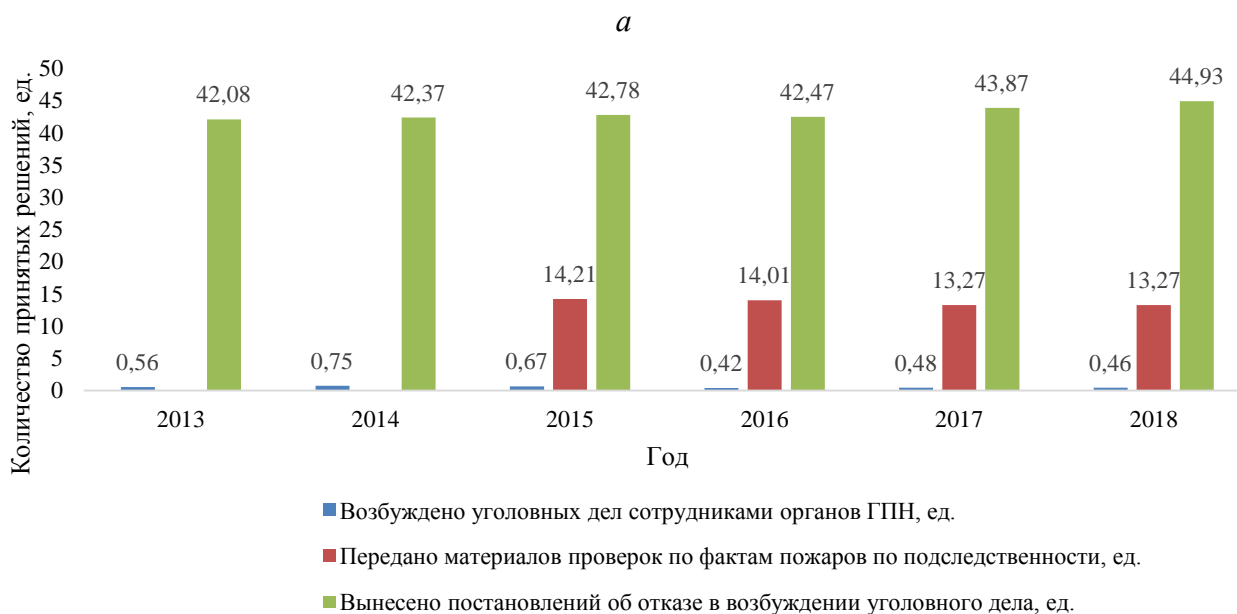
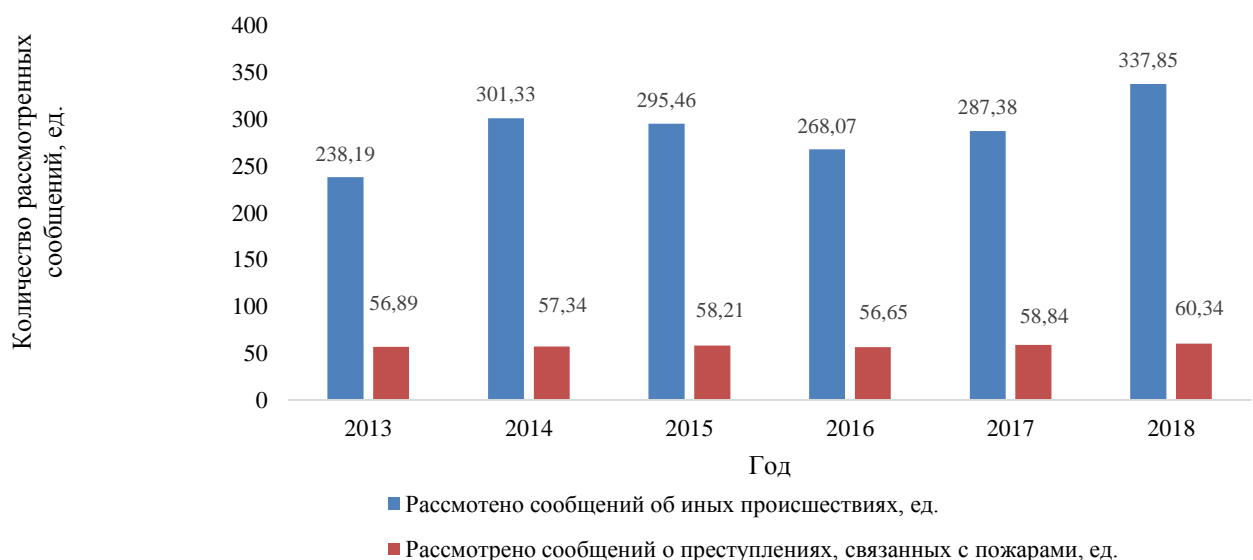


б

Рисунок 1.4 — Распределение количества документов (2013–2018):  
а — результаты проведенных проверок; б — соотношение возбужденных уголовных дел и составленных обвинительных актов

Анализ результатов уголовно-процессуальной деятельности органов дознания ГПН ФПС МЧС России в расчете на одного дознавателя показывает, что

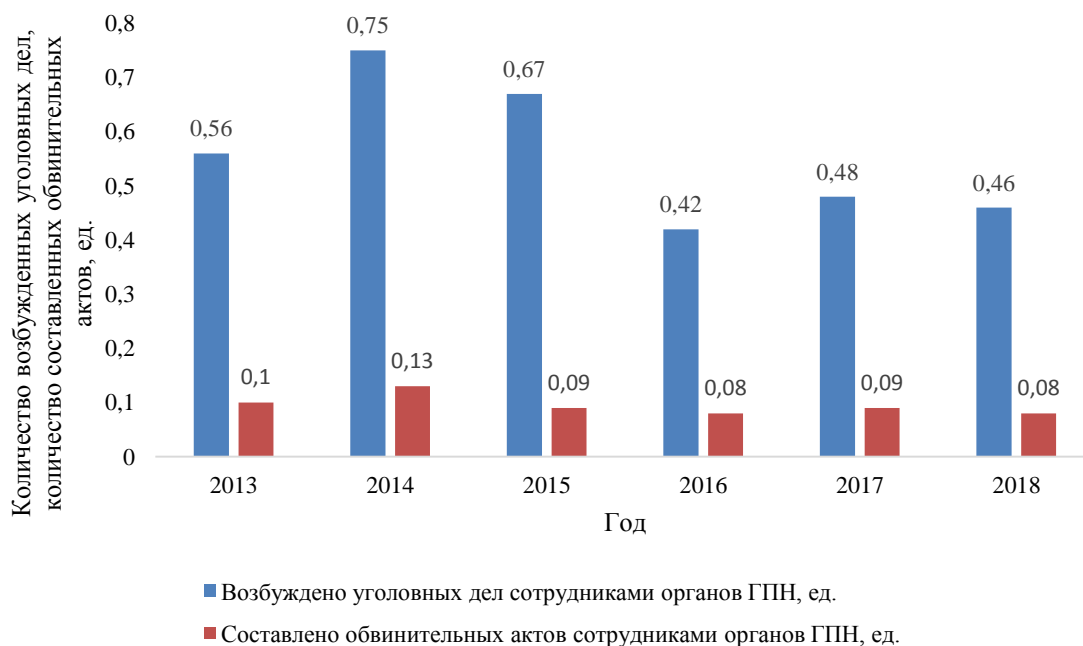
средняя нагрузка на одного дознавателя увеличивается ежегодно (см. рисунок 1.5) [122–126]. При этом количество вынесенных дознавателями постановлений об отказе в возбуждении уголовного дела ежегодно увеличивается, а среднее значение возбужденных уголовных дел и составленных обвинительных актов ежегодно сокращается (рисунок 1.5) [122–126].



*б*

Рисунок 1.5 (начало) — Распределение количества рассмотренных сообщений и принятых решений (2013–2018):

*а* — количество рассмотренных сообщений, ед.; *б* — количество принятых решений по итогам проверки ед.



в

Рисунок 1.5 (окончание) — Распределение количества рассмотренных сообщений и принятых решений (2013–2018):

в — распределение средних значений возбужденных уголовных дел сотрудниками и количества составленных обвинительных актов, ед.

Анализ основных показателей обстановки с пожарами за 2013–2018 гг. по категориям виновников пожаров показывает, что в анализируемый период количество пожаров, где виновное лицо не усматривается или не установлено, ежегодно возрастает и составляет в 2014 г. — 56,8 % от общего количества пожаров, в 2018 г. — 62,4 %. При этом количество пожаров, где виновное лицо не установлено, также ежегодно возрастает и составляет в 2014 г. — 14,9 % от общего количества пожаров, в 2018 г. — 22,0 % (рисунок 1.6) [122–126].

Проведенные исследования показывают, что дознавателями органов ГПН ФПС ежегодно рассматривается около 850 тыс. сообщений о пожарах и преступлениях, связанных с пожарами. По итогам расследования уголовных дел всего подготовлен 161 обвинительный акт, что составляет 0,02 % от всех рассмотренных сообщений. Количество пожаров, где виновное лицо не установлено, также ежегодно возрастает, и в 2018 г. составляет 22,0 % от общего количества пожаров.



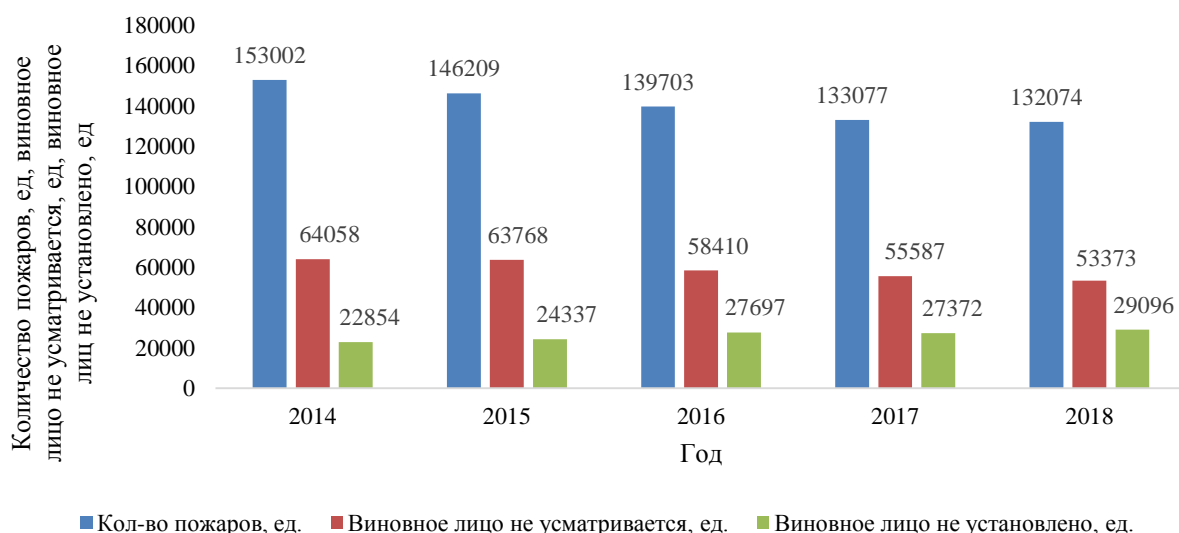


Рисунок 1.6 — Количество пожаров с установленными и неустановленными виновными лицами, ед. (2014–2018)

Кроме того, средняя нагрузка на одного дознавателя органов ГПН ФПС возрастает ежегодно. При этом количество вынесенных дознавателями постановлений об отказе в возбуждении уголовного дела каждый год увеличивается, среднее значение возбужденных уголовных дел и составленных обвинительных актов из года в год сокращается.

Причина низких результатов деятельности в неготовности дознавателей органов ГПН ФПС в условиях высокой и возрастающей служебной нагрузки отказаться от применения упрощенных процедур и подготовки минимума необходимых документов для принятия решения об отказе в возбуждении уголовного дела в пользу полноценного исследования и установления всех обстоятельств, происшедшего пожара, которые важны для решения вопроса о его правовой квалификации.

Положение дел осложняется тем, что решения дознавателей органов ГПН ФПС о наличии признаков правонарушения зачастую принимаются на основе вероятностных выводов судебных пожарно-технических экспертов о времени, причине и месте возникновения пожара. Поэтому причинно-следственная связь между нарушением требований пожарной безопасности и причинением вреда не подтверждается расчетными сценариями динамики ОФП при проведении повторных и дополнительных судебных экспертиз.

## **1.2 Информационно-аналитическая поддержка принятия решений на первоначальном этапе расследования пожаров**

Для информационно-аналитической поддержки принятия обоснованных решений на первоначальном этапе расследования пожаров и исключения неопределенности по основным фактическим данным произошедшего пожара в соответствии с приказом МЧС России № 745 «О создании судебно-экспертных учреждений и экспертных подразделений федеральной противопожарной службы» в системе МЧС России создана система судебно-экспертных учреждений пожарно-технического профиля.

В настоящее время дознаватели органов ГПН ФПС всё чаще используют возможности судебно-экспертных учреждений ФПС по установлению места первоначального возникновения пожара, диагностированию механизма возникновения пожара, а также характера причинно-следственных связей нарушений требований пожарной безопасности и негативных последствий пожара. Используемые модели в деятельности экспертов судебно-экспертных учреждений ФПС и алгоритмов диагностирования процесса возникновения, развития и наступления последствий произошедшего пожара основаны на визуальном и инструментальном анализе следовой картины термических поражений объекта пожара, с учетом информации от очевидцев пожара и некоторых других данных. Полученная от экспертов информация ложится в основу обоснования принятия решений дознавателями ГПН ФПС о наличии или отсутствии признаков правонарушений, а также наличии нарушений требований пожарной безопасности.

Однако в условиях значительного повреждения объекта пожаром эксперты, используя имеющиеся модели и алгоритмы, нередко приходят к лишь вероятностным, не имеющим доказательственного значения, выводам, которые после проведения повторных экспертиз получают критическую оценку от правоприменителя. Таким образом, информационно-аналитическая поддержка

принятия управленческих решений дознавателя ГПН ФПС, основанная на существующих моделях и алгоритмов, не в полной мере отвечает требованиям полноты, достоверности, своевременности, эффективности информационной поддержки.

Ниже приведен анализ деятельности судебно-экспертных учреждений ФПС. В соответствии со ст. 11 Федерального закона от 31 мая 2001 г. № 73-ФЗ «О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями) Государственными судебно-экспертными учреждениями являются специализированные учреждения федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, созданные для обеспечения исполнения полномочий судов, судей, органов дознания, лиц, производящих дознание, следователей посредством организации и производства судебной экспертизы.

Система судебно-экспертных учреждений ФПС МЧС России имеет следующую структуру:

- Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. Осуществляет функции и полномочия учредителя и собственника всех СЭУ, которые подчиняются МЧС России непосредственно в вопросах уставной деятельности, за исключением отдельных вопросов финансовой и хозяйственной деятельности, определенных действующим законодательством;

- Исследовательский центр экспертизы пожаров научно-исследовательского института перспективных исследований и инновационных технологий в области безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВПО Санкт-Петербургский Университет ГПС МЧС России. Осуществляет полномочия головного судебно-экспертного подразделения федеральной противопожарной службы в системе судебно-экспертных учреждений и экспертных подразделений ФПС МЧС России. Осуществляет функции научно-методического руководства деятельностью судебно-экспертных учреждений МЧС России, координацию деятельности СЭУ ФПС испытательных пожарных лабораторий по вопросам

организации и производства судебных экспертиз, исследования пожаров, проведения прикладных научных исследований в области судебной пожарно-технической экспертизы и исследования пожаров;

– ФГБУ «Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России» осуществляет научно-методическое руководство деятельностью СЭУ ФПС ИПЛ по иным направлениям научно-технической деятельности, за исключением области судебной пожарно-технической экспертизы и исследования пожаров;

– Главное управление МЧС России по субъекту Российской Федерации осуществляет непосредственное руководство деятельностью СЭУ ФПС ИПЛ в пределах полномочий, установленных МЧС России;

– СЭУ ФПС первого разряда, созданных при главных управлениях МЧС России: по г. Москве, Краснодарскому краю, Приморскому краю, Нижегородской области, Омской области, г. Санкт-Петербургу, Свердловской области, Ставропольскому краю, Ярославской области, СЭУ ФПС № 93;

– СЭУ ФПС второго разряда при Главных управлениях МЧС России по 66 субъектам РФ.

– СЭУ ФПС третьего разряда в закрытых административно-территориальных образованиях.

Инструкцией по организации и производству судебных экспертиз в судебно-экспертных учреждениях и экспертных подразделениях федеральной противопожарной службы (приложение к приказу МЧС РФ от 19 августа 2005 г. № 640) рекомендуется следующий порядок решения и изложения основных вопросов, находящихся в компетенции пожарно-технического эксперта:

- вопросы, связанные с установлением места возникновения (очага) пожара;
- вопросы, связанные с развитием горения из очага пожара во времени и в пространстве;
- источник зажигания, процессы, находящиеся в причинной связи с возникновением пожара, техническая причина пожара;

- выявленные нарушения существующих требований пожарной безопасности и их причинно-следственные связи с возникновением пожара, его развитием и последствиями;
- прочие вопросы, поставленные на разрешение эксперта.

По итогам проведенной экспертизы эксперт формулирует выводы. В документе «Методология судебной пожарно-технической экспертизы: основные принципы» [108] указано, что выводы по любому из поставленных вопросов могут быть сформулированы как категорические, вероятностные, условные, о невозможности решения вопроса. Формулировка выводов должна соответствовать одной из вышеуказанных форм.

Выводы должны с максимально возможной конкретикой отвечать на поставленные на разрешение эксперта вопросы и быть подробно обоснованы в исследовательской части заключения эксперта.

Профессор С.И. Зернов указывает [91]: выводы представляют собой ответы эксперта на поставленные перед ним вопросы в краткой, четкой, не допускающей различных толкований форме.

По степени определенности выводы эксперта могут быть категорическими (т. е. утверждающими определенный факт или отрицающими его наличие), вероятными, условными, а также в отрицательной форме (т. е. решить вопрос не представляется возможным).

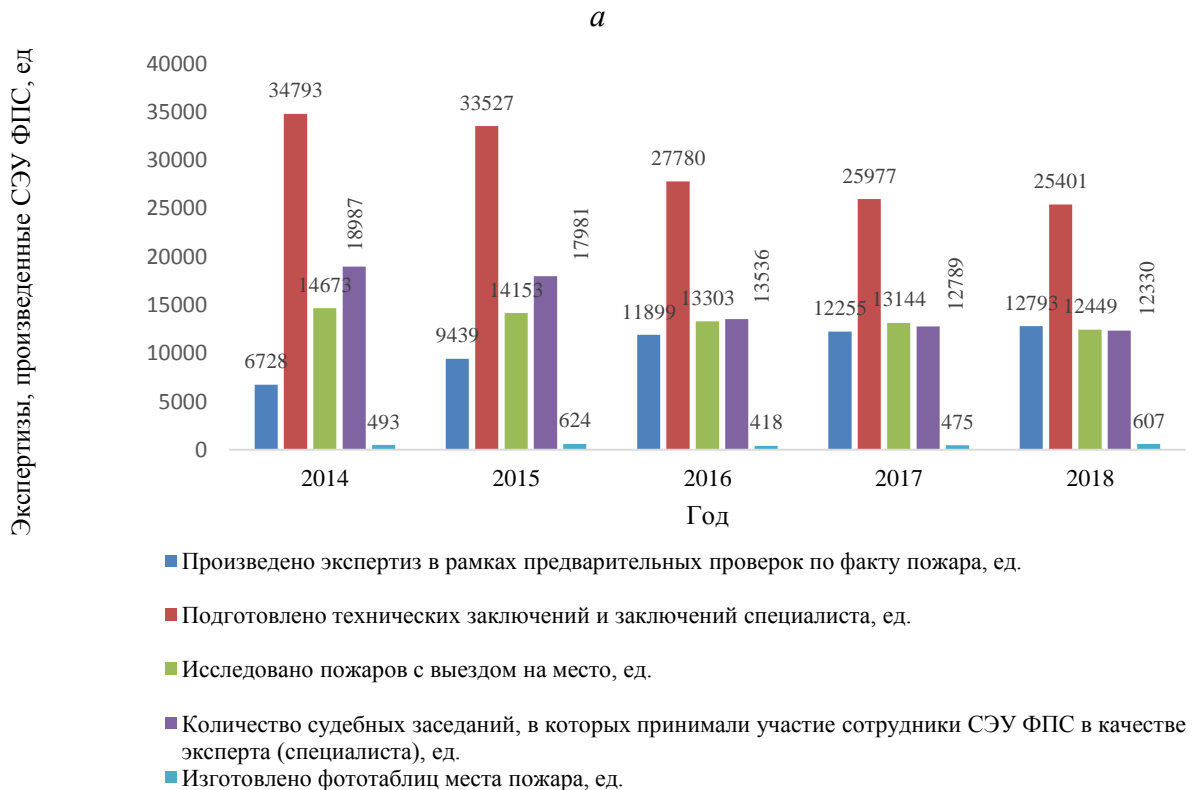
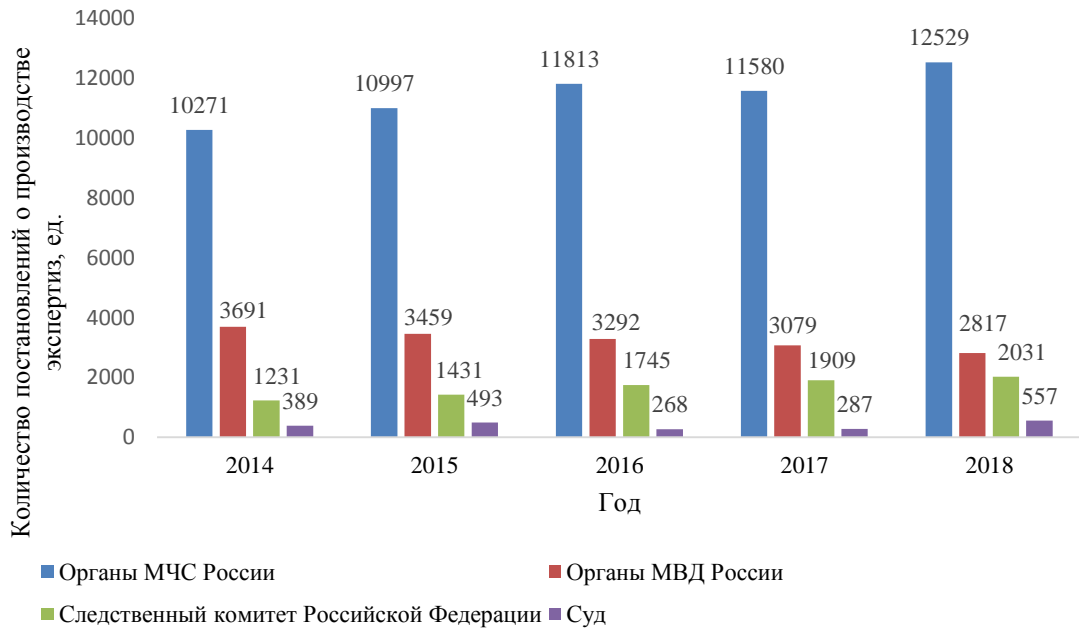
Вероятные выводы в пожарно-технической экспертизе достаточно распространены, однако их полезность для осуществления целей судопроизводства невелика: вероятный вывод означает лишь возможность определенного варианта объяснения существования факта, и, следовательно, возможны и другие варианты объяснений. Вероятные заключения (выводы) представляют собой лишь предположения эксперта, которые могут использоваться субъектом доказывания как основа для выдвижения следственных версий в целях поиска новых видов доказательств, а также для обоснованной корректировки направления расследования дела. И не имеет смысла эксперту писать о «наиболее вероятной причине пожара»: такая форма вывода не обладает

повышенным доказательственным значением, несмотря на наличие усиливающего эпитета, тем более в отсутствие числового выражения степени вероятности. Вероятность так и остается вероятностью, поскольку не дает гарантии достоверности и однозначности.

Для вывода в отрицательной форме основания могут быть различными, например, недостаточность исходных фактических данных как следствие объективных и субъективных факторов. Применительно к материальным следам наиболее неблагоприятная ситуация складывается в случае полного (или практически полного) уничтожения объекта огнем. Часто отсутствует документация на строительную часть, электроустановки, режим эксплуатации (в первую очередь это относится к объектам агропромышленного комплекса, жилым, торговым и складским). Среди субъективных факторов этой группы типичным является нередко встречающаяся неподготовленность следователей к качественному проведению осмотра места пожара и расследованию дела о пожаре в целом.

Условный вывод дается экспертом в случае недостаточности фактических исходных данных для категорического вывода. Заложенное в его обоснование условие устанавливается (доказывается) в ходе дальнейшего следствия с учетом всех обстоятельств дела в совокупности, которые не всегда имеются в полном объеме в распоряжении эксперта. Именно результатом такого доказывания определяется пригодность условного вывода эксперта для использования при установлении истины по делу.

Анализ количества поступивших в СЭУ ФПС постановлений (определений) о назначении судебной экспертизы за последние пять лет (2014–2018) показывает, что наибольшее количество экспертиз назначается органами МЧС России, однако значительное количество экспертиз назначается органами МВД России, а также следователями Следственного комитета Российской Федерации (рисунок 1.7, а) [24]. При этом в количество экспертиз, произведенных СЭУ ФПС, увеличивается с каждым годом (рисунок 1.7, б) [24].



*б*  
Рисунок 1.7 (начало) — Распределение количества экспертиз (2014–2018):  
*a* — поступившие постановления о производстве экспертиз;  
*б* — экспертизы, произведенные СЭУ ФПС

Анализ количества подготовленных специалистами СЭУ ФПС технических заключений и заключений специалиста показывает, что количество заключений по причине пожара (в том числе с выездом и без выезда на место пожара) за последние пять лет (2014–2018) ежегодно снижается, а по нарушениям требований пожарной безопасности возрастает (рисунок 1.7, в) [24].



в

Рисунок 1.7 (окончание) — Распределение количества экспертиз (2014–2018):  
в — количество подготовленных документов

Анализ результатов судебно-экспертной деятельности специалистов СЭУ ФПС, занимающихся исследованием пожаров и производством судебных экспертиз, показывает, что средняя нагрузка по производству судебных экспертиз на сотрудников и работников СЭУ ФПС ежегодно возрастает (рисунок 1.8) [24].



Рисунок 1.8 — Распределение средних значений количества произведенных экспертиз на одного специалиста СЭУ, занимающегося исследованием пожаров и производством судебных экспертиз (2014–2018)



Проведенные исследования показывают (см. рисунки 1.7, 1.8), что специалистами и экспертами СЭУ ФПС ежегодно производится значительное количество судебных экспертиз и исследований, назначаемых органами МЧС России, МВД России, а также следователями Следственного комитета Российской Федерации и судами.

Деятельность по расследованию и экспертизе пожаров в условиях перехода надзорных органов МЧС России на риск-ориентированную модель деятельности непосредственно связана с применением расчетных моделей, которые используются органами экспертной деятельности МЧС в качестве метода реконструкции процесса возникновения и распространения пожара на основе современных достижений науки и техники, что согласуется со ст. 4 Федерального закона от 31 мая 2001 г. № 73-ФЗ «О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации». Однако, например, в 2018 г. из всех сотрудников и работников системы СЭУ ФПС с высшим образованием только 41,9 % имели пожарно-техническое образование, позволяющее применять расчетные методики модели динамики ОФП при производстве судебной пожарно-технической экспертизы [24].

Разработка моделей и алгоритмов, позволяющих на первоначальном этапе расследования пожара установить очаг пожара, время и причину возникновения и развития пожара не в вероятностной, а в категоричной форме с применением научно-обоснованных расчетных методик и подтвержденных фактическими данными, позволит точно найти связь возникновения и распространения пожара с причинением вреда. Поэтому такое информационное обеспечение, в котором фактические данные могут быть проверены расчетами динамики ОФП, является информационно-аналитической поддержкой принятия управленческого решения для дознавателя о наличии признаков правонарушения, а также послужит основой для принятия решения по квалификации нарушений требований пожарной безопасности.

### **1.2.1 Анализ моделей и алгоритмов информационно-аналитической поддержки принятия решений при расследовании пожаров в Российской Федерации**

Методические рекомендации «Организация работы судебно-экспертных учреждений федеральной противопожарной службы «Испытательная пожарная лаборатория» по исследованию пожаров и экспертному сопровождению деятельности органов государственного пожарного надзора» (утверждены начальником ФГУ ВНИИПО МЧС России генерал-майором внутренней службы Н.П. Копыловым 22 апреля 2009 г.) [75] рекомендуют содержание исследования пожаров:

- изучение обстоятельств, способствующих возникновению и развитию горения;
- анализ динамики и особенностей развития горения в зданиях и сооружениях различного типа и назначения;
- фиксацию действий по тушению пожара и спасанию людей;
- установление места первоначального возникновения горения (очага пожара) и его технической причины;
- анализ эффективности (работоспособности) автоматических средств обнаружения, извещения, тушения пожара и иных технических средств системы противопожарной защиты;
- анализ последствий пожара (в пределах компетенции пожарно-технического эксперта (специалиста)).

Анализ методических рекомендаций по исследованию пожаров и экспертному сопровождению деятельности органов государственного пожарного надзора показывает, что в рекомендациях предусмотрено общее содержание исследования пожаров, без указания на алгоритмы решения данных вопросов.

Так, в «Методических рекомендациях по изучению пожаров» (утв. МЧС России 27 февраля 2013 г. № 2-4-87-2-18) указаны цели и пути исследования пожара, а также общие требования к составлению описания пожара.

В документе «Методология судебной пожарно-технической экспертизы: основные принципы» [108] рассмотрены основные принципы, на которых базируется современная судебная пожарно-техническая экспертиза (данный документ утвержден главным государственным инспектором Российской Федерации по пожарному надзору Г.Н. Кирилловым 11 января 2013 г.). Положения данного документа должны применяться при проведении исследований пожаров и нарушений требований в области пожарной безопасности. Данным документом следует руководствоваться при производстве экспертиз и исследований в системе государственных судебно-экспертных учреждений (подразделений) федеральной противопожарной службы МЧС России, а также при обучении и аттестации пожарно-технических экспертов [108].

В данном документе в части установления очага пожара указано на основании каких материалов устанавливается очаг пожара, какая информация для этого используется, приводится перечень инструментальных методов для исследования материальных объектов и особенности реконструкции процесса развития горения из очага пожара. При этом предусмотрена возможность применения расчетных методик, однако, работа автоматических систем противопожарной защиты при решении основных экспертных вопросов в данном документе не учитывается.

Кроме того, в соответствии со ст. 5 Федерального закона от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», а также п. 1.1 ГОСТ 12.1.004–91 «Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования» (утвержден Постановлением Госстандарта СССР от 14.06.1991 г. № 875) пожарная безопасность объекта должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями. Однако при диагностировании

процесса возникновения и распространения пожара документом «Методология судебной пожарно-технической экспертизы: основные принципы» предусматривается исследование только системы предотвращения пожара, работа системы противопожарной защиты не исследуется.

В «Квалификационных требованиях к сотрудникам ФПС МЧС России по специальности «Судебная пожарно-техническая экспертиза»» (утверждено главным государственным инспектором Российской Федерации по пожарному надзору генерал-полковником Г.Н. Кирилловым 19 сентября 2011 г.) [78] определены основные требования к сотрудникам (работникам) судебно-экспертных учреждений и экспертных подразделений федеральной противопожарной службы (ФПС) МЧС России, занимающимся судебно-экспертной деятельностью, а также к иным лицам, выполняющим судебные пожарно-технические экспертизы по заданию сотрудников ФПС. Данными требованиями определены практические навыки проведения исследования материалов дела, подготовка заключения сотрудников по специализации «Реконструкция процесса возникновения и развития пожара»:

- выявление очаговых признаков и обоснование очага пожара;
- выдвижение и анализ версий о причине пожара;
- реконструкция возникновения и развития пожара;

Также эксперты должны иметь общие представления о возможностях применения расчетных методов в пожарно-технической экспертизе:

- электротехнические расчеты;
- теплофизические расчеты;
- физико-химические расчеты;
- расчеты динамики распространения опасных факторов пожара;
- расчеты по результатам исследования вещественных доказательств.

Таким образом, квалификационными требованиями предусмотрено владение экспертами навыками проведения экспертного исследования, а также владение общими представлениями о возможностях применения расчетных методов в пожарно-технической экспертизе.

Первой работой, указывающей на необходимость применения расчетных методик для квалификации нарушений и разработки комплекса мер по обеспечению пожарной безопасности объектов с учетом конкретных условий их функционирования, можно считать рукопись профессора В.И. Козлачкова [60]. В ней определены проблемы применения нормативных требований в деятельности по обеспечению пожарной безопасности, а также методы комплексной подготовки пожарно-профилактических работников, позволяющие ориентироваться в больших объемах нормативной информации и эффективно использовать ее в современных условиях. В частности, в [60] указано, что при определении характера риска, допущенного по отношению к людям, и квалифицированного, при причинении им вреда, как правонарушение или преступление необходимо установить:

- пожароопасные характеристики горючих веществ и материалов, их количество и распределение в объеме помещения, соотношение со свободным объемом помещения (критическую концентрацию) наличие зон риска;
- наличие источников зажигания, их потенциальную опасность, близость к людям и горючей среде, характер контроля за ними;
- наличие средств обнаружения и сообщения о пожаре, их возможность обнаруживать пожар и сообщать о нем до наступления предельно допустимых значений ОФП в защищаемом помещении (особенно для зданий с ночным пребыванием людей), возможность и эффективность использования первичных средств пожаротушения в пределах времени, отводимого на эвакуацию, и времени до наступления предельно допустимых значений ОФП;
- продолжительность пожара и противопожарную устойчивость элементов здания, и их поведение при тушении пожара, а также учет этих характеристик при организации спасания людей и тушении пожара;

- особенности распространения пожара и продуктов горения по зданию и за его пределы, послужившего причиной создания угрозы для жизни и здоровья людей (растекания и пролив горючих жидкостей, быстрое распространение пожара за подвесными потолками и по системам вентиляции и т. п.);
- возможности пожарных подразделений по проведению спасательных работ (наличие необходимых технических средств и возможности их использования в конкретных ситуациях);
- характер причиненного вреда не только пожаром, но и огнетушащими средствами и действиями пожарных. Характер организационно-технических мероприятий по предупреждению пожара и обеспечению его успешного тушения.

При определении характера риска, допущенного по отношению к чужому имуществу, необходимо установить:

- количество и пожароопасные характеристики веществ и материалов, изделий из них (конструктивных элементов здания), мероприятия по снижению их пожарной опасности и количества;
- наличие источников зажигания, их потенциальную опасность, близость (контакт) к горючим веществам, материалам, изделиям и конструкциям;
- наличие средств обнаружения пожара, своевременности его обнаружения и тушения;
- возможность тушения пожара (защиты имущества) первичными средствами пожаротушения;
- возможность эвакуации имущества с учетом времени ОФП и угрозы людям;
- характер мероприятий по повышению противопожарной устойчивости зданий и сооружений (огнезащита конструкций);

- характер мероприятий по предотвращению распространения пожара и продуктов горения (наличие противопожарных преград, пожарных отсеков, поясов рассечек, диафрагм, фартуков, водяных завес и т. п.);
- характер взаимодействия с пожарными подразделениями при тушении пожара;
- наличие организационно-технических мероприятий, а также характер ответственности за причинный вред.

После оценки ситуации и определения характера допущенного риска устанавливают факты нарушений норм и правил пожарной безопасности. Для этого используют концептуальную модель проведения пожарно-технических обследований, в которой представлены:

- концепция обеспечения пожарной безопасности (система эшелонированной защиты);
- соответствующие (каждому элементу) требования норм и правил пожарной безопасности.

К одной из первых известных работ в области применения расчетных методов для реконструкции процесса возникновения и распространения пожара можно отнести методические рекомендации С.И. Зернова [98]. В данной работе рассматриваются основные закономерности процессов тепломассопереноса при возникновении и развитии пожара, а также возможности их использования при решении конкретных задач, которые ставятся на разрешение пожарно-технической экспертизы. Приведена классификация задач пожарно-технической экспертизы. Возможности использования расчетов при решении экспертных задач. Приведены справочные материалы, необходимые для использования изложенных рекомендаций.

В работе И.Д. Чешко и В.Г. Плотникова [105] указано, что результаты реконструкции возникновения и развития пожара могут как подтвердить предполагаемую непосредственную причину пожара, так и поставить под сомнение и даже опровергнуть. Может, например, выясниться, что известные факты по пожару и последствия пожара (термические поражения материалов и

конструкций и др.) не состыковываются с предполагаемым очагом пожара. Значит, очаг расположен не там, где предполагает эксперт, или этих очагов несколько, или существовали какие-то серьезные обстоятельства, повлиявшие на ход развития пожара и его последствия, которое эксперт не учитывает. Неопределенность с очагом пожара ставит, соответственно, под сомнение и предварительные выводы по причине пожара. Безусловно, лучше, когда реконструкция подкреплена фактическими данными, и, совсем хорошо, когда еще и расчетами.

В настоящее время наиболее полно технология применения расчетных методов для реконструкции процесса возникновения и распространения пожара описана в методическом пособии ведущих специалистов И.Д. Чешко, А.А. Тумановский, в области применения расчетных методов при решении задач пожарно-технической экспертизы [107]. В данном пособии указано, что основные задачи судебной пожарно-технической экспертизы (далее — СПТЭ) сводятся к следующим вопросам:

- где расположен очаг пожара;
- какова причина пожара.

Кроме того, на разрешение эксперта могут быть поставлены вопросы о направленности и динамике горения, в том числе на начальной его стадии.

Для ответа на данные вопросы необходимо реконструировать динамику пожара от начальной стадии до развывшейся стадии либо до стадии затухания. Для восстановления (реконструкции) картины возникновения и развития горения необходимо располагать информацией о свойствах конструкционных и отделочных материалов, состоянии окружающей среды, геометрических характеристиках объекта (-ов) и др. При осуществлении необходимо указать местонахождение очага пожара и характеристики источника зажигания. Реконструкция развития пожара позволяет не только ответить на вопросы о динамике пожара, но и дает возможность проверить сделанные экспертом выводы по очагу и причине пожара и, возможно, привести к новым версиям.



Один из инструментов реконструкции развития пожара — полевое моделирование, в процессе которого решаются дифференциальные уравнения в частных производных, описывающие пространственно-временное распределение температур и скоростей газовой среды в любой выбранной области (например, в помещении), концентраций компонентов газовой среды, плотностей и т. д. К настоящему времени развиты совершенные и достаточно детальные математические модели основных физических процессов, определяющих динамику пожара (горение, турбулентность, излучение), разработаны программные средства, в которых реализованы указанные математические модели.

Исходными данными для осуществления реконструкции распространения горения при решении задач СПТЭ обычно являются материалы дела (уголовного, гражданского и др.). При подготовке к проведению расчета необходимо:

- сформулировать сценарий пожара, включающий в себя определение границ исследуемого объекта, определение распределения пожарной нагрузки по объекту и последовательность событий при пожаре, о которых имеются соответствующие данные (расположение очага пожара, срабатывание систем пожаротушения, дымоудаления, открытие (закрытие) окон, дверей и т. д.);
- осуществить физическую постановку задачи, т. е. сформулировать начальные и граничные условия;
- подготовить информацию о свойствах пожарной нагрузки (описать теплофизические характеристики веществ и материалов, характеристики горения объектов).

Формулировку сценария пожара и его упрощение производят индивидуально для каждого пожара. После этого пользователем производится создание входного файла *fire dynamics simulator*. Далее производится расчет сценария, описанного во входном файле, в пакете *FDS*. Результат расчета включает в себя совокупность полей скоростей, температур и концентраций газов для любого момента времени, которые можно визуализировать в программе —

постпроцессоре *Smokeview*. Таким образом, эксперт получает подробную картину развития горения. Если реконструированная картина в чем-то (в динамике или направленности развития горения, последствиях пожара и т. д.) не согласуется с точно известными обстоятельствами пожара и прочими реалиями при условии, что все характеристики и граничные и начальные условия указаны корректно, специалисту следует рассмотреть другие варианты, касающиеся характеристик источников зажигания и расположения очагов пожара. Результаты расчета могут использоваться экспертом для формулировки ответов на поставленные вопросы и включаться в заключение эксперта для иллюстрации выводов.

Таким образом, в пособии [107] предусмотрено применение расчетных методик оценки динамики опасных факторов пожара для реконструкции распространения горения, однако в анализируемом алгоритме не указано с какими точно известными обстоятельствами пожара и прочими реалиями необходимо соответствие динамики, направленности развития горения или последствий пожара. При этом указанные обстоятельства должны точно отражать процесс развития пожара. Отсутствие показателей соответствия не позволяет решить задачу получения единственно верного исчерпывающего экспертного вывода в категорической форме.

### **1.2.2 Анализ моделей и алгоритмов информационно-аналитической поддержки принятия решений при расследовании пожаров за рубежом**

В рецензируемом документе NFPA 921 «Руководство по расследованию пожаров и взрывов», который опубликован Национальной ассоциацией противопожарной защиты (NFPA) [81] указано: *«Расследование пожара или взрыва — это сложная работа, включающая навыки, технологии, знания и науку. Сбор фактических данных, а также анализ этих фактов должны осуществляться объективно и правдиво. Основная методология расследования пожаров должна опираться на использование*

системного подхода и внимание ко всем соответствующим деталям. Использование системного подхода часто приводит к выявлению новых фактических данных для анализа, что может потребовать переоценки предыдущих выводов. За некоторыми исключениями, надлежащая методология расследования пожара или взрыва заключается в том, чтобы сначала определить и установить источник(ы), а затем исследовать причину: обстоятельства, условия или учреждения, которые объединили источник воспламенения, топливо и окислитель.

4.2 Системный подход. Рекомендуемый системный подход — это научный метод, который используется в физических науках. Этот метод предусматривает проведение организационно-аналитического процесса, желательного и необходимого для успешного расследования пожара.

4.3 Отнесение исследования пожара к научному методу. Научный метод— это принцип исследования, который является основой для обоснованных научных и технических процессов, включая расследование пожарных инцидентов (рисунок 1.9). Он применяется с помощью следующих шагов.

Учитывая характеристики срабатывания извещателей и спринклеров, можно оценить величину пожара на момент срабатывания таких устройств. Если время срабатывания регистрируется на панели сигнализации или в удаленном месте, например, в Центральной службе сигнализации, предполагаемый размер пожара в районе здания, где произошла тревога, может стать частью временной линии».

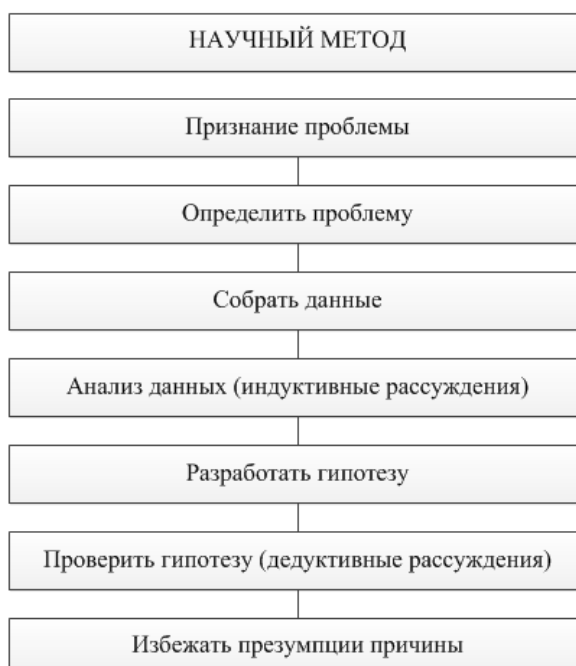


Рисунок 1.9 — Применение научного метода при расследовании и экспертизе пожаров [96]

Таким образом, в анализируемом документе имеются указания об использовании, при исследовании пожара, данных о срабатывании при пожаре систем противопожарной защиты. Такие данные можно использовать для определения направленности распространения пожара. Однако в таком случае невозможно определить точное место расположение очага пожара в помещении. В том числе и расположение очага по высоте плоскости пожара, поскольку площадь, защищаемая первым сработавшим при пожаре пожарным извещателем может достигать 85 м<sup>2</sup>, а объем — более 890 м<sup>3</sup>. При этом для решения экспертных вопросов предлагается использование компьютерной модели.

В сборнике *Fire investigation* [79] указано: «Существует широкий круг вопросов, на которые, возможно, потребуется ответить в ходе крупного расследования пожара, начиная с того, как начался пожар, и заканчивая тем, какие уроки можно извлечь из этого инцидента. Цель любой реконструкции должна быть определена с самого начала, поскольку она может быть «проверкой», измерением свойств материала, «экспериментом», выяснением того, что произошло, или проверкой конкретной гипотезы, или «демонстрацией», иллюстрирующей то, что могло произойти.

Компьютерные модели всё чаще появляются в суде и используются в качестве дополнения или альтернативы физическим реконструкциям. В настоящее время пожарный следователь должен быть знаком с компьютерными моделями, как для оказания помощи в своей работе, так и для того, чтобы он/она мог эффективно реагировать на результаты моделей, представленных другими сторонами.

*Использование компьютерных моделей в расследовании пожаров имеет реальный потенциал после преодоления многих практических ограничений, и в настоящее время растет интерес к использованию компьютерных моделей для содействия расследованию пожаров».*

Таким образом, в анализируемом сборнике имеются указания на возможности использования компьютерного моделирования при расследовании пожаров, однако не указан алгоритм применения компьютерного моделирования для решения экспертных вопросов.

В соответствии с требованиями NFPA 1033 «Стандарт профессиональной квалификации пожарного дознавателя» пожарный дознаватель обязан [82]:

3-2.9\* *Исследовать работу инженерных систем здания, включая системы обнаружения (пожарной сигнализации) и пожаротушения, электропитания, коммунального назначения и*

*строительного разделения, используя стандартное и специальное оборудование и инструменты, чтобы сделать вывод о необходимости привлечения экспертов, причем влияние работы систем на развитие пожара рассматривается для определения очагов пожара, а также определения поврежденных систем.*

*3-2.9.1 Базовые знания: различные типы систем обнаружения и тушения пожаров, электропитания, коммунального назначения и строительного разделения, таких, как пожарные стены и пожарные люки; экспертные специальности по отдельным инженерным системам зданий; воздействие огня на различные системы; обычные пути выведения систем из строя.*

*3-2.9.2 Базовые умения: исследовать работу системы и ее воздействие на пожар, определить изменения в системах здания, оценить влияние тушения пожара на системы здания».*

Таким образом, стандарт профессиональной квалификации пожарного дознавателя предусматривает необходимость использования работы инженерных систем здания, включая системы обнаружения (пожарной сигнализации) и пожаротушения для установления очага пожара. Однако в настоящее время по срабатыванию пожарных извещателей невозможно определить точное место расположение очага пожара в помещении.

### **1.2.3 Анализ существующих методов оценки и выбора альтернатив для расследования пожаров**

Процесс принятия решения при расследовании пожаров представляет совокупность взаимосвязанных функций: постановка задач, диагностика и анализ ситуаций, поиск альтернатив, сравнение имеющихся альтернатив, выбор и оценка альтернатив, внедрение решения (реализация принятого решения на практике), сопровождение и контроль.

Действиями и способами по решению управленческих задач являются методы принятия управленческих решений. Классификация методов принятия управленческих решений приведена на рисунке 1.10 [127].

При этом ЛПР при расследовании пожаров находятся в условиях неопределенности, недостаточности информации, случайностей и противодействия факторов внутренней и внешней среды ввиду уничтожения пожаром материальных следов события, заинтересованности отдельных участников или групп лиц в исходе дела, что сказывается на условиях реализации решения.

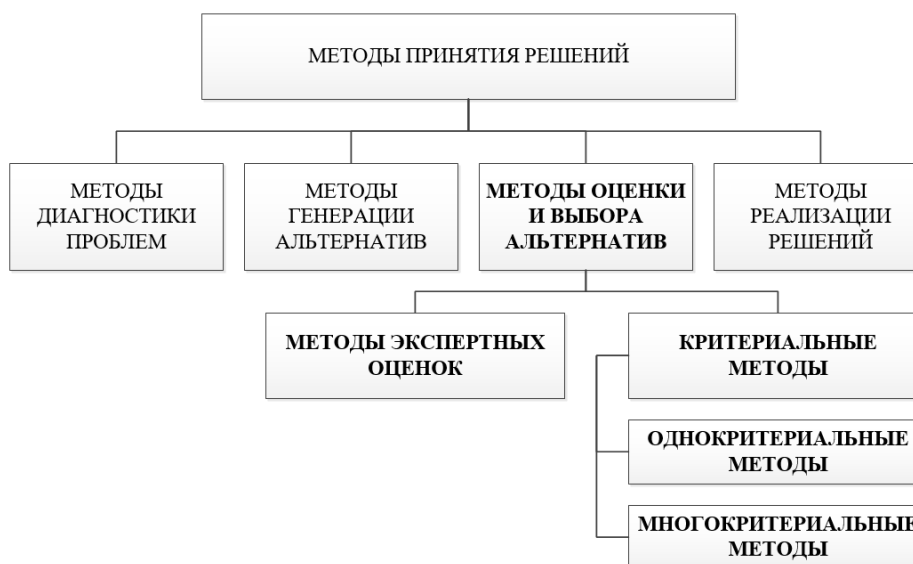


Рисунок 1.10 — Классификация методов принятия управленческих решений

Условия неопределенности характеризуются так называемыми условиями многозначных ожиданий будущей ситуации во внешней среде. В этом случае ЛПР должен сделать выбор альтернативы, не имея точного представления о факторах внешней среды и их влияния на результат. В этих условиях исход, результат каждой альтернативы, представляет собой функцию условий — факторов внешней среды (функцию полезности), который не всегда способен предвидеть ЛПР.

Для предоставления и анализа результатов, выбранных альтернативных решений используют следующие методы: матрица решений, деревья решений, предельный анализ, приростной анализ, линейное программирование, метод экспертного оценивания, метод экспертного ранжирования, метод исследований и анализа.

В условиях неопределенности используются пять критериев для принятия решения [127] (рисунок 1.11):

- критерий решения Вальда, называемый также максимином;
- альфа-критерий решения Гурвица;
- критерий решений Сэвиджа, называемый также критерием отказа от минимакса;
- критерий Ходжа — Лимона;
- критерий решений Лапласа, называемый также критерием решения Бэйеса.

В случаях применения указанных выше критериев принятия решения функция, выражающая предпочтения ЛПР и определяющая правило, по которому выбирается приемлемый или оптимальный вариант решения, основана на применении теории вероятности, теории игр, риск числа реализаций.



Рисунок 1.11 – Классификация методов выбора и оценки альтернатив

Наиболее общим и наиболее эффективным методом отбора альтернатив является проведение исследований и анализа. Этот метод предусматривает решение проблемы на основе поиска взаимосвязей между наиболее важными ее переменными, ограничениями и основами, которые рассматриваются по отношению к поставленным целям, которые рассматриваются по отношению к поставленным целям. Данный метод также предусматривает разложение проблемы на части и изучение каждой из них. Важным инструментом данного

метода является разработка и проигрывание с использованием количественных методов и компьютеров различных моделей решения [127].

Проведенный анализ экспертных и критериальных методов выбора и оценки альтернатив показал, что представленные методы обладают низкой валидностью по отношению к задаче принятия решений при расследовании пожаров, поскольку для достоверности выводов экспертизы должен быть получен однозначный ответ, соответствующий истине. Только такой вывод, категорически утверждающий определенные фактические данные, может использоваться в дальнейшем расследовании в качестве доказательства [129]. И только при сомнении эксперта в такой однозначности, невозможности доказать ее по тем или иным причинам вывод будет иметь вероятную форму. Сколько бы ни была высока эта вероятность, меньшая единицы нельзя сделать категорический вывод по поставленному вопросу.

Кроме того, указанные экспертные и критериальные методы субъективны, основаны на предыдущем опыте экспертов и интуиции, что не отвечает принципам судебно-экспертной деятельности, а именно государственная судебно-экспертная деятельность основывается на принципах объективности, всесторонности и полноты исследований, проводимых с использованием современных достижений науки и техники, а заключение эксперта должно основываться на положениях, дающих возможность проверить обоснованность и достоверность сделанных выводов на базе общепринятых научных и практических данных.

Возникновение и развитие пожара — это проявление определенных закономерностей естественно-технического характера. Этим и обуславливается возможность диагностирования процессов и явлений в ретроспективе, с помощью той информации, которую удалось собрать в ходе расследования [98]. Поэтому применение метода проведения исследований и анализа на основе поиска взаимосвязей между наиболее важными ее переменными, ограничениями и основами является наиболее эффективным методом выбора и оценки альтернатив при расследовании пожаров.



Внимательный анализ представленных на исследование материалов и использование достоверных и валидных методов отбора — основа принятия правильного решения по итогам расследования.

### **1.3 Выбор научного подхода к решению проблемы информационно-аналитической поддержки принятия решений на первоначальном этапе расследования пожаров**

Проведенный анализ показал, что ведущие специалисты в области расследования и экспертизы пожаров всё чаще обращаются к расчетным информационным моделям в целях обоснования выводов, проводимых судебных пожарно-технических экспертиз и исследований. Однако экспертами СЭУ ФПС расчетные методики применяются достаточно редко. При этом все рассмотренные автором расчетно-обоснованные информационные модели не могут решить задачу получения единственно верного исчерпывающего экспертного вывода, после которого не имелось бы оснований для проведения повторной или дополнительной экспертизы, поскольку эксперты применяют расчетные модели по одним и тем же пожарам и не соотнося с известными данными характеризующими процесс возникновения и распространения пожара получают различные результаты.

Автором настоящего исследования предлагается расчетно-обоснованный научный подход к решению проблемы информационно-аналитической поддержки принятия решений на первоначальном этапе расследования пожаров, основанный на совпадении расчетных значений с фактическими значениями, полученными после регистрации динамики ОФП при пожаре автоматической системой обнаружения пожара, что позволит определить место расположения очага пожара и вид горючей нагрузки и время начала пожара (рисунок 1.12).

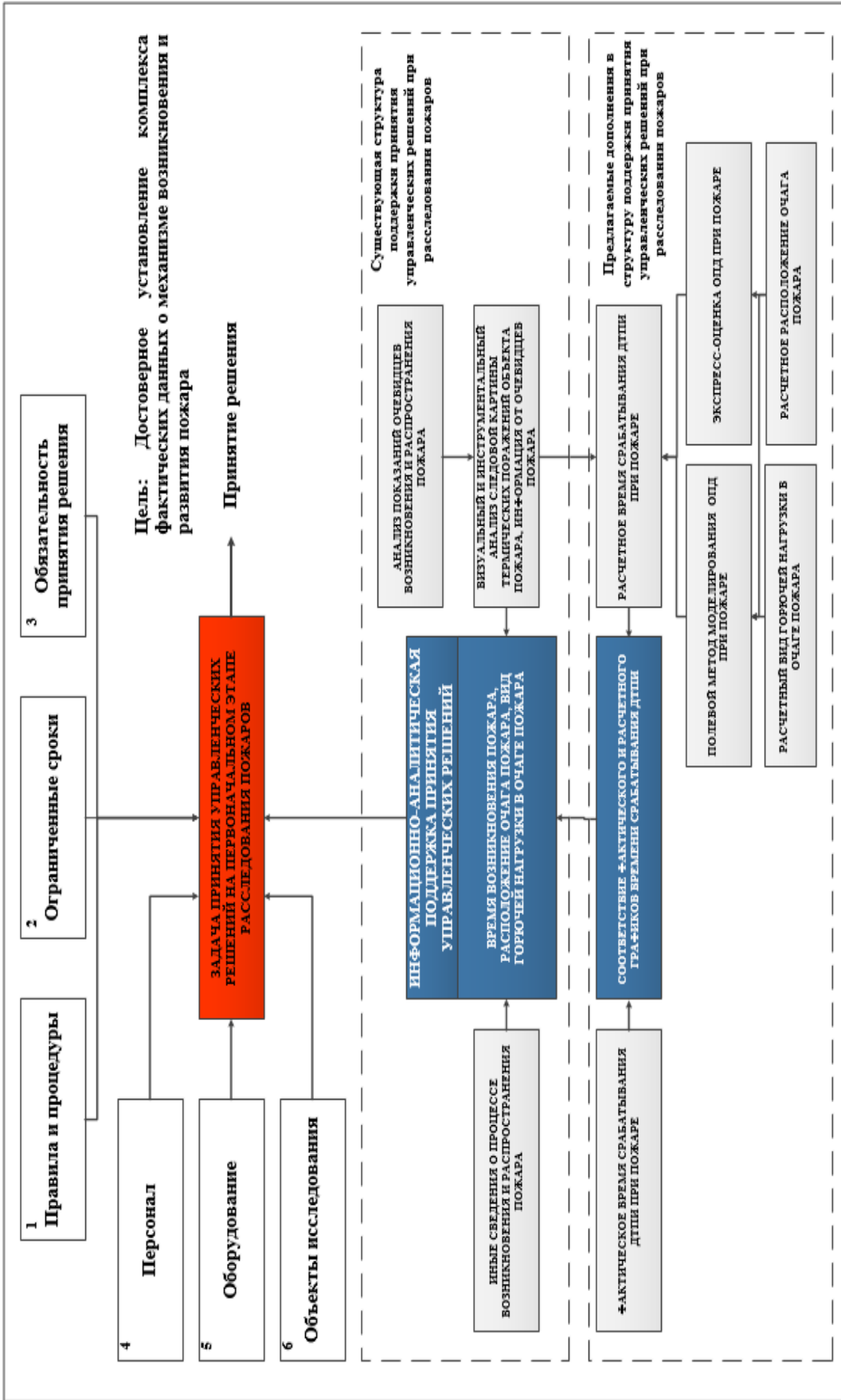


Рисунок 1.12 – Структура научного подхода к решению проблемы информационно-аналитической поддержки принятия управленческих решений на первоначальном этапе расследования пожаров

Поэтому автором настоящего исследования разработан алгоритм поддержки принятия управленческих решений в социальной системе «дознатель (Д) — эксперт (Э) — дознаватель (Д)», где дознаватель и эксперт находятся в организационно-управленческих отношениях, (рисунок 1.13), позволяющий в короткие сроки, исключить / подтвердить версии (А) о сочетании вида горючей нагрузки ( $a_i^{ГН}$ ) и расположения очага пожара в помещении ( $a_i^x$ ), а также высоте плоскости пожара в помещении ( $a_i^z$ ).



Рисунок 1.13 — Система организации расследования и экспертизы пожаров (фрагмент)

Следует отметить, что в условиях неопределенности исходных данных о месте расположения очага пожара, параметрах горючей нагрузки и т. п. практика использования расчетных моделей без соотношения полученных результатов с данными о реальных физических процессах при пожаре приводит к нарушению закономерностей управления в системе расследования и экспертизы пожаров.

Информационные расчетно-аналитические модели для поддержки пожарно-технических экспертов при проведении экспертиз основаны на применении полевого метода моделирования динамики ОФП для реконструкции процесса возникновения и распространения пожара, при помощи которой можно получить расчетные значения оптической плотности дыма и сравнить их с фактическими значениями оптической плотности дыма, зарегистрированными дымовыми точечными пожарными извещателями (далее — ДТПИ), действующей на момент пожара системой автоматической пожарной сигнализации (далее — АПС). При этом первый сработавший извещатель обозначает зону возникновения пожара, площадь которой может достигать  $85 \text{ м}^2$ , объем — более  $890 \text{ м}^3$ , расстояния между извещателями и время фактической регистрации оптической плотности дыма позволяют получить закономерность расположения очага пожара от вида горючей

нагрузки, влияющей на динамику ОФП.

При этом чем ближе расчетные значения оптической плотности дыма с фактическими, тем точнее результат, указывающий:

- на место расположения;
- вид горючей нагрузки;
- время начала пожара.

Подбор расчетных значений до эталонных, фактических, предполагает множество итераций и занимает большой интервал времени.

Для сокращения времени подбора значений, позволяющих точно определить не область, а место расположения очага пожара и точного вида горючего материала, участвующего вместе с источником зажигания в процессе возникновения пожара, автором настоящего исследования предлагается научный подход к решению задачи принятия решений на первоначальном этапе расследования пожаров на основе достижения пороговых значений ОПД при пожаре в зависимости от вида горючей нагрузки, площади и высоты помещения, а также от высоты плоскости пожара.

#### **1.4 Условия решения проблемы принятия решений на первоначальном этапе расследования пожаров**

Информационно-аналитическую поддержку принятия решений на первоначальном этапе расследования пожаров предлагается осуществлять с учетом расчетно-сценарного моделирования динамики ОФП с применением расчетных методик, утвержденных в установленном порядке, на основе данных о срабатывании дымовых точечных пожарных извещателей при пожаре.

Совместное использование в ходе математического моделирования ранее разработанных расчетно-сценарных закономерностей динамики ОФП и ранее разработанных технических возможностей автоматических систем раннего

обнаружения пожара АПС, а также фактическая динамика срабатывания ДТПИ при пожаре позволит установить время возникновения, расположение очага пожара, а также вид горючей нагрузки в очаге при расследовании пожара.

Основу разработанной информационной модели должна составлять функция времени достижения пороговых значений оптической плотности дыма ДТПИ в адресном шлейфе АПС при различных сценариях возникновения и распространения пожара, а также графическая модель представления данных, позволяющая делать управленческие смысловые выводы с высокой точностью.

Для разработки научного подхода к решению задачи принятия решений на первоначальном этапе расследования пожаров, необходимо учитывать следующие условия:

- принятие решения происходит в условиях информационной неопределенности, обусловленной отсутствием достаточной информации;
- принятие решения происходит в условиях ограничения по времени, отводимого законодательством на расследование пожара;
- решение принимается в обязательном порядке;
- применение метода ретроспективной оценки и выбора альтернативных решений по очагу и причине пожара по алгоритму информационно-аналитической поддержки принятия решений переводит информационную модель из неопределенности в состояние, когда при выборе альтернативы в точности известны результаты каждого из вариантов, что соответствует определенности в модели расследования;
- предложенная структура модели позволяет ЛПР принимать однозначные, достоверные, обоснованные и современные решения по итогам первоначального этапа расследования пожаров;
- для поддержки принятия обоснованного решения необходимо применение современного оборудования и компьютерной техники и информационных технологий.

Структура модели, должна помочь ЛПР принимать однозначные, достоверные, обоснованные и современные решения по итогам первоначального этапа расследования пожаров.

Результаты исследования могут обосновать необходимость внесения изменений в правила, нормы и алгоритмы производства пожарно-технических экспертиз, включая стадии проектирования и эксплуатации объектов, на основе сценарно-расчетного моделирования пожароопасных ситуаций с учетом возможностей технических систем противопожарной защиты.

## 1.5 Выводы по первой главе

Анализ статистических данных показал рост количества расследованных пожаров, где виновное лицо дознавателями органов ГПН ФПС не установлено, при этом количество судебных пожарно-технических экспертиз, произведенных экспертами СЭУ ФПС, возрастает ежегодно, увеличивая служебную нагрузку на эксперта, что в свою очередь сокращает отведенное законодательством время на расследование пожара и сказывается на качестве проведенных расследований.

При этом настоящей проблемой является предположительный характер предметной деятельности, что снижает качество принятых решений по оценке причинно-следственных связей нарушений требований пожарной безопасности с причинением вреда и приводит к неадекватной их квалификации. Такое положение говорит о недостаточных технологиях, обеспечивающих процесс расследования пожаров в органах дознания МЧС России.

Проведенный анализ существующих моделей поддержки принятия решений органами дознания при расследовании пожаров показал, что специалисты и эксперты в области расследования и экспертизы пожаров осуществляют свою деятельность в условиях неопределенности и, для того чтобы повысить уровень достоверности результатов принятых решений, всё чаще обращаются к расчетным информационным моделям в целях обоснования выводов, проводимых судебных пожарно-технических экспертиз и исследований.

При этом все рассмотренные автором настоящего исследования расчетно-обоснованные информационные модели также не могут решить задачу получения однозначного, соответствующего истине экспертного решения, после которого не имелось бы оснований для проведения повторной или дополнительной экспертизы, поскольку эксперты, применяя расчетные методики по одним и тем же пожарам, получают различные результаты. Такое положение приводит к неустойчивости модели принятия решений дознавателями органов ГПН ФПС по месту расположения очага и причины пожара и принимаемые им решения не отождествляются с истинностью и достоверностью в судебных спорах, поскольку

основаны на вероятностных решениях.

Ожидаемый результат в устойчивости модели деятельности органов дознания при расследовании и экспертизе пожара на первоначальном этапе, когда при большом количестве умело разработанных творческих вариантов версий, выбор одного из них становится вариантом, обеспеченным технологией с точным определением места расположения очага и причины пожара с учетом пределов ограничений по времени. Такой результат дает возможность сделать доброкачественный вывод пожарно-технических экспертов в категорической форме. На основании экспертного решения ЛПП принимает единственно верное решение о наличии признаков правонарушения, который также послужит основой принятия решения по адекватной квалификации нарушений требований пожарной безопасности.



## **ГЛАВА 2 РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДОЗНАВАТЕЛЯМИ ОРГАНОВ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПОЖАРНОГО НАДЗОРА ФЕДЕРАЛЬНОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ НА ПЕРВОНАЧАЛЬНОМ ЭТАПЕ РАССЛЕДОВАНИЯ ПОЖАРОВ**

### **2.1 Разработка метода выбора и оценки альтернатив при расследовании пожаров**

Качество принимаемого решения в значительной мере зависит от технологии информационной поддержки по преобразованию информации, помогающей ЛПП за необходимое время выявить все возможные альтернативы расположения очага и вида горючего материала во времени и пространстве. Нельзя выбрать конкретную альтернативу, если она не была выявлена и рассмотрена. Это обстоятельство в практической деятельности в условиях дефицита времени, когда на одного дознавателя и эксперта увеличивается количество расследований и экспертиз, сокращает возможности генерации, оценки и отбора альтернативных версий.

Совершенствование способности ЛПП расширить возможный спектр альтернатив решения проблемы доступными способами повышает вероятность принятия эффективного решения на первоначальном этапе расследования пожара. Такими способами могут стать математическое моделирование динамики ОФП в зависимости от расположения координат очага в пространстве и времени и использования в альтернативных решениях вида горючего материала, что повышает способность и готовность ЛПП выявлять взаимосвязи предварительно не связанных объектов и результатов, что позволит выработать более широкий диапазон альтернативных решений по очагу и причине.

Необходимо, используя разработанный метод ретроспективного отбора альтернативных решений по очагу и причине, выявить максимальное число возможных вариантов решения проблемы. Это приблизит к цели процесса принятия решений, поскольку количественный анализ приведет к более точному совпадению с эталонной динамикой оптической плотности дыма, контролируемой датчиками ДТПИ при пожаре во времени и пространстве (в местах их установки).

Метод ретроспективного отбора альтернативных решений по очагу и причине предназначен для оценки и выбора альтернативных вариантов решений, управляющих воздействий, и может осуществляться либо непосредственно, либо с помощью специальных экспертных процедур, для которых необходима разработка алгоритма. Процедуры генерирования альтернативных вариантов предусматривают как специальную организацию и проведение экспертиз с использованием математических методов типа математического моделирования динамики ОФП, так и создание автоматизированных систем генерирования альтернативных вариантов в сложных, но достаточно структурируемых случаях программного обеспечения.

Методы творческого труда ЛПР и их аппарата управления при всей простоте использования требуют определенных навыков, для чего разрабатывается алгоритм информационно-аналитической поддержки принятия решений дознавателями органов ГПН на первоначальном этапе расследования пожаров.

Используя данный алгоритм, можно моделировать принятие различных управленческих решений, последовательно исключая факторы, приводящие к нежелательным прогнозируемым последствиям. Достигается это за счет математического моделирования различных сценариев, которые изменяют свои значения из-за координат очага и вида горючих материалов.

Как только определены факторы, ограничивающие решение, дознаватель может начинать работу по поиску альтернатив или возможных направлений действия для решения проблемы. Многие из альтернативных решений легко обнаружить. Они обычно известны из предыдущего опыта, стандарты и легко

вписываются в критериальные границы лучшего решения. Альтернативы могут быть следующими [127]:

- независимыми;
- зависимыми;
- заранее заданными;
- появляющимися после выработки правила принятия решения;
- конструируемыми в процессе принятия решений.

Во многих случаях принятие решений осуществляется на основе нескольких критериев. Применяют разные методы выбора альтернатив на основе одного или нескольких критериев одного или нескольких измерений:

- таблицы оценок;
- метод поэтапного сравнения;
- графоаналитические методы выбора управленческого решения и др.

В данном случае автором настоящей исследовательской работы предложен метод ретроспективного выбора и оценки альтернативных решений по очагу и причине пожара. Он представляет собой наглядный график ретроспективного сравнения фактических значений мониторинга ОПД при пожаре с ее расчетными значениями. Результат сравнения зависит от наиболее близкого соотношения расчетных кривых оптической плотности дыма на графике (рисунок 2.1) по отношению к фактической кривой оптической плотности дыма.

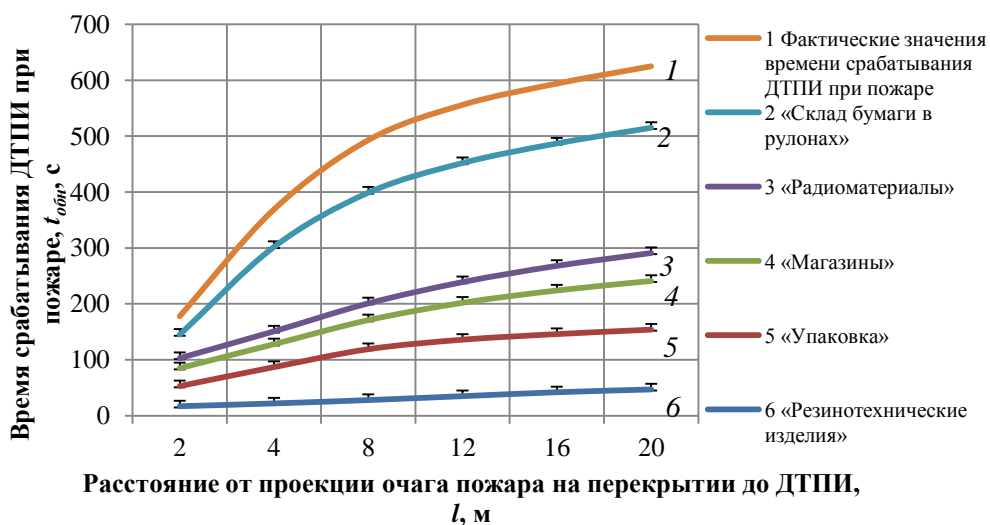


Рисунок 2.1 — График отбора альтернатив по соотношению расчетных значений оптической плотности дыма с ее фактическим эталонным значением, контролируемым ДТПИ

Альтернативные варианты управленческих решений должны приводиться в сопоставимый вид по следующим факторам:

- фактор времени (время осуществления расследования пожара, время, отведенное на проведение экспертизы);
- фактор качества расследования;
- фактор масштаба (объема) расследования;
- уровень освоенности расследования;
- метод получения информации для принятия управленческого решения;
- условия применения результатов расследования.

Сопоставимость альтернативных вариантов по перечисленным факторам обеспечивается, как правило, при обосновании технических, организационных или экономических мероприятий, направленных на улучшение частных показателей целевой подсистемы системы менеджмента (показателей качества и ресурсоемкости продукции, организационно-технического уровня производства, уровня социального развития коллектива, проблем экологии), а также развитие обеспечивающей, функциональной или управляющей подсистем, улучшение связей с внешней средой системы [127].

Для осуществления успешного выбора альтернативы необходимо, чтобы все возможные варианты решений были разделены по одному основанию и были совместимы друг с другом. Альтернативные варианты управленческих решений должны приводиться в сопоставимый вид по нескольким факторам:

- времени;
- качеству;
- масштабу (объему) производства;
- соответствия профилю деятельности организации;
- привлечения дополнительной информации;
- фактору риска и неопределенности.

Выбор альтернативы — вершина в процессе принятия решения. Эталонная альтернатива в виде фактических косвенных проявлений события позволяет резко сузить рамки выбора.

Численный эксперимент как метод выбора альтернативы основывается при расследовании пожаров на том, что возникновение и развитие пожара — это проявление определенных закономерностей естественно-технического характера. Этим и обусловлена возможность диагностирования процессов и явлений в ретроспективе, с помощью той информации, которую удалось собрать в ходе расследования.

Разработка информационно-аналитической поддержки включает:

- метод ретроспективного отбора альтернативных решений по очагу и причине пожара;
- экспресс-оценку времени достижения пороговых значений оптической плотности дыма при пожаре;
- алгоритм информационно-аналитической поддержки принятия решений на первоначальном этапе расследования пожаров.

Метод ретроспективного отбора альтернативных решений представляет собой оценку и выбор фактического сценария возникновения и развития пожара из множества возможных сценариев путем установления тождества между единственным расчетным значением динамики ОПД  $\{A_{\text{расч}}\}$ , отобранным из множества альтернативных значений расчетных сценариев ОПД  $\{B\}$  с фактическими значениями динамики ОПД при пожаре, полученной в результате мониторинга среды ДТПИ  $A_{\text{факт}}$ :

$$A_{\text{расч}}, A_{\text{факт}} \subseteq B.$$

Полученные значения времени срабатывания ДТПИ в каждой контролируемой точке используются для определения значений с целью оценки фактической динамики ОПД при пожаре. Данные о фактической динамике срабатывания ДТПИ при пожаре могут быть получены с автоматизированного рабочего места оператора адресной АПС. Такой график изменения времени

срабатывания ДТПИ при пожаре представляет собой множество точек  $\{A_{\text{факт}}\}$ , характеризующих динамику ОПД, и показан на рисунке 2.2.

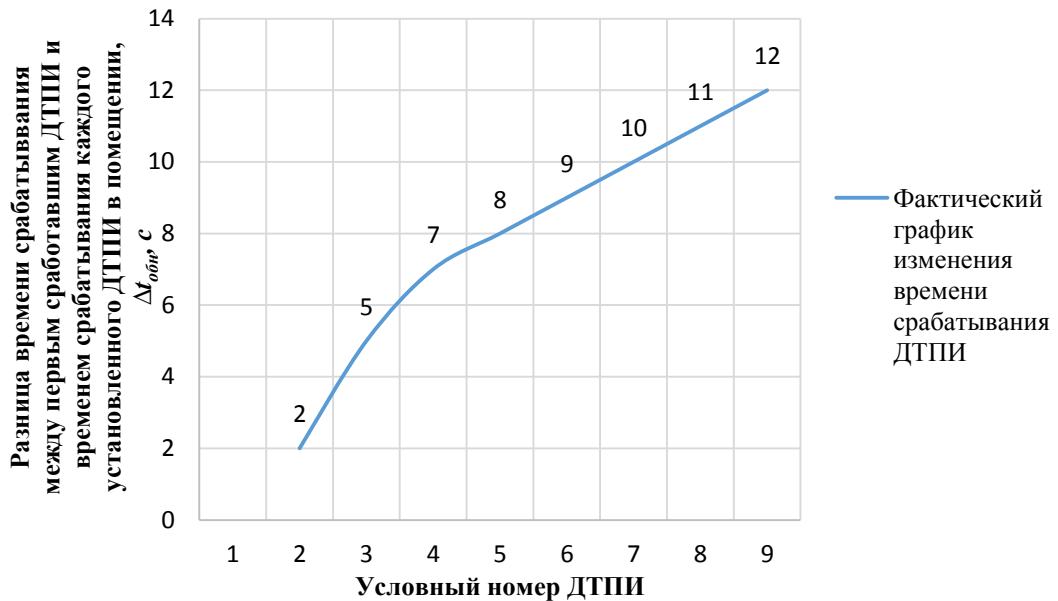


Рисунок 2.2 — График изменения времени срабатывания ДТПИ при пожаре

Согласно данным, представленным на рисунке 2.2, время срабатывания ДТПИ связано с динамикой ОПД, на которую, в свою очередь, оказывает влияние расположения очага и вид материала, поэтому необходимо оценить их взаимную степень участия в динамике ОФП. Для этого разрабатывается множество сценариев альтернативных версий с участием математического моделирования при различном расположении очага в пространстве одновременно с различными видами горючих материалов  $\{B\}$ . Таким образом, в зданиях с полностью уничтоженными (видоизмененными) пожаром следами происшествия, учитывая время срабатывания  $t_{\text{обн}}$ , с, ДТПИ при пожаре, возможна расчетная оценка динамики ОПД, которая может стать эквивалентом фактической динамики ОПД при совпадении области множества  $A \subseteq B$ , что даст возможность отобрать единственную верную версию  $\{A\}$  среди множества расчетных альтернативных версий  $\{B\}$ , указывающих на точные координаты очага, вид горючего материала и время начала события.

Такая информационная модель уже обладает колоссальным выбором альтернативных версий, поскольку разрабатывают исчерпывающее количество сценариев с различным расположением очага в пространстве  $x, y, z$  и вида

горючих материалов  $F$  с прогнозируемыми расчетными значениями динамики ОПД, которые являются уникальными для каждого вида горючего материала и места расположения очага.

Для разработки информационной модели пространственной связи был проведен численный эксперимент на базе полевого метода математического моделирования. При расчетах учитывали:

- площадь  $S$ , м<sup>2</sup> — от 100 до 14400 м<sup>2</sup>;
- высота помещений  $H$ , м — от 3 до 12 м;
- уровень плоскости пожара, % от высоты помещения, м, — от 0 до 75 %;
- расстояние от проекции очага пожара на перекрытии помещения до места расположения ДТПИ,  $l$ , м, — от 0 до 20 м.

При этом использовали пять видов типовой горючей нагрузки  $F$  (см. рисунок 2.1):

- «Склад бумаги в рулонах» — 2;
- «Радиоматериалы» — 3;
- «Магазины» — 4;
- «Упаковка» — 5;
- «Резинотехнические изделия» — 6.

*Примечание.* Под цифрой 1 на рисунке 2.1 обозначены фактические значения времени срабатывания ДТПИ при пожаре.

В результате расчетов динамики ОФП с помощью полевого метода с использованием программного комплекса «Фогард – НВ» (разработчик ООО «Интернэкс») (сертификат соответствия в Приложении В) определяли расчетное время достижения значений ОПД в пределах от 0,05 до 0,2 дБ/м в непохожих помещениях, с различным уровнем пожара и расстояниями от ДТПИ до очага пожара. При этом устанавливалась связь области расчетных значений ОПД с фактическими, полученными в результате мониторинга среды датчиками ДТПИ (см. рисунок 2.1).

Все расчетные данные в совокупности своей дают изменяющийся рисунок динамики ОФП множество кривых  $\{B\}$  {кривые 1, 2, 3, 4, 5, 6}, при изменении

любого из параметров. При этом неизменным рисунком динамики ОФП остается график ОПД, полученный в результате мониторинга среды при пожаре от времени срабатывания датчиков ДТПИ — множество  $\{A_{\text{факт}}\}$  {множество точек кривой 1} и поэтому является эталонным для отбора одной из множества расчетных версий  $\{B\}$ . Таким образом, изменяющийся характер множества кривых динамики ОФП представляет собой исчерпывающий перечень версий по очагу и причине пожара для ЛПР.

Для разработки ЛПР версий результаты можно представить в виде графовой модели пространственно-временной связи места расположения очага пожара и вида горючего материала и времени наступления пороговых значений ОПД, контролируемых ДТПИ (рисунок 2.3).

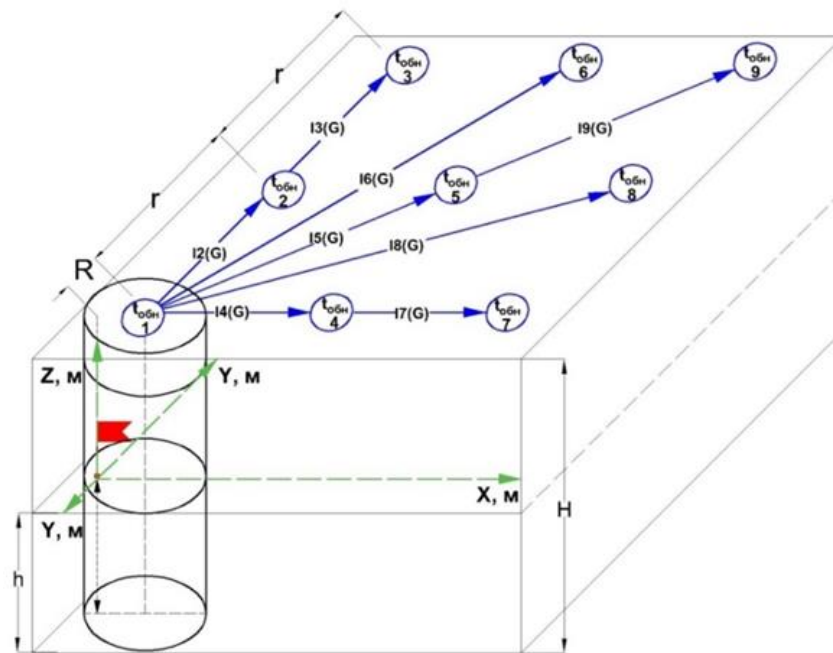




Рисунок 2.3 — Графовая модель пространственно-временной связи очага пожара и вида горючей нагрузки с динамикой ОПД:

 — очаг пожара;  — вершины графа  $G$  (расположение в помещении и время срабатывания ДТПИ при пожаре);  $l1 \dots i(G)$  — расстояние от проекции очага пожара на перекрытии до ДТПИ;

$R$  — расстояние от очага пожара до первого сработавшего при пожаре ДТПИ, м;  $r$  — расстояние между ДТПИ, м;  $H$  — высота помещения, м;  $h$  — высота плоскости пожара, м



Количество вершин графа  $G$  соотносится с количеством ДТПИ, установленных в помещении  $\nu(G)$ , которые срабатывают в промежутке времени, под влиянием динамики ОФП:

$$G = (t_{\text{обн}}(G), l(G));$$

$$t_{\text{обн}} = f(l, S, H, F, h).$$

Здесь  $t_{\text{обн}}(G)$  — множество вершин графа  $G$ ;  $l(G)$  — множество ребер графа  $G$ ;  $l$  — расстояние от проекции очага пожара до ДТПИ, м;  $S$  — площадь помещения очага пожара,  $\text{м}^2$ ;  $H$  — высота помещения очага пожара, м;  $F$  — вид горючей нагрузки;  $h$  — высота плоскости пожара, м.

Разработанная пространственно-временная модель на информационном уровне представляет собой процесс усвоения и обработки информации ЛПР в соответствии с методом ретроспективной оценки и выбора альтернативных решений по очагу и причине пожара, позволяющий установить взаимосвязь динамики ОФП с расположением очага пожара в пространстве и видом горючей нагрузки в очаге.

$$G_{\text{расч}} \sim G_{\text{факт}}.$$

Пространственно-временная модель также позволяет оценить взаимосвязь всех элементов с временем начала возникновения пожара  $t_{\text{возн}}$ , что является важным фактором для ЛПР на начальной стадии расследования пожара. Так, разница времени срабатывания первого сработавшего при пожаре ДТПИ  $t_1$  и единственного расчетного времени  $t_{\text{обн1}}$  достижения ОПД из всех альтернативных, при совпадении расчетной и фактической кривых (когда кривая 1 эквивалентна кривой 3) дает искомое значение времени начала события:

$$t_{\text{возн}} = t_1 - t_{\text{обн1}}.$$

Полученные значения носят универсальный характер, поскольку утверждают наличие некоторых событий, свойств, отношений в исследуемой предметной деятельности при расследовании пожара на начальной стадии, которые можно представить в виде структуры метода ретроспективной оценки и выбора альтернативных решений при установлении времени возникновения, места расположения очага пожара и вида горючей нагрузки, показанного на рисунке 2.4.

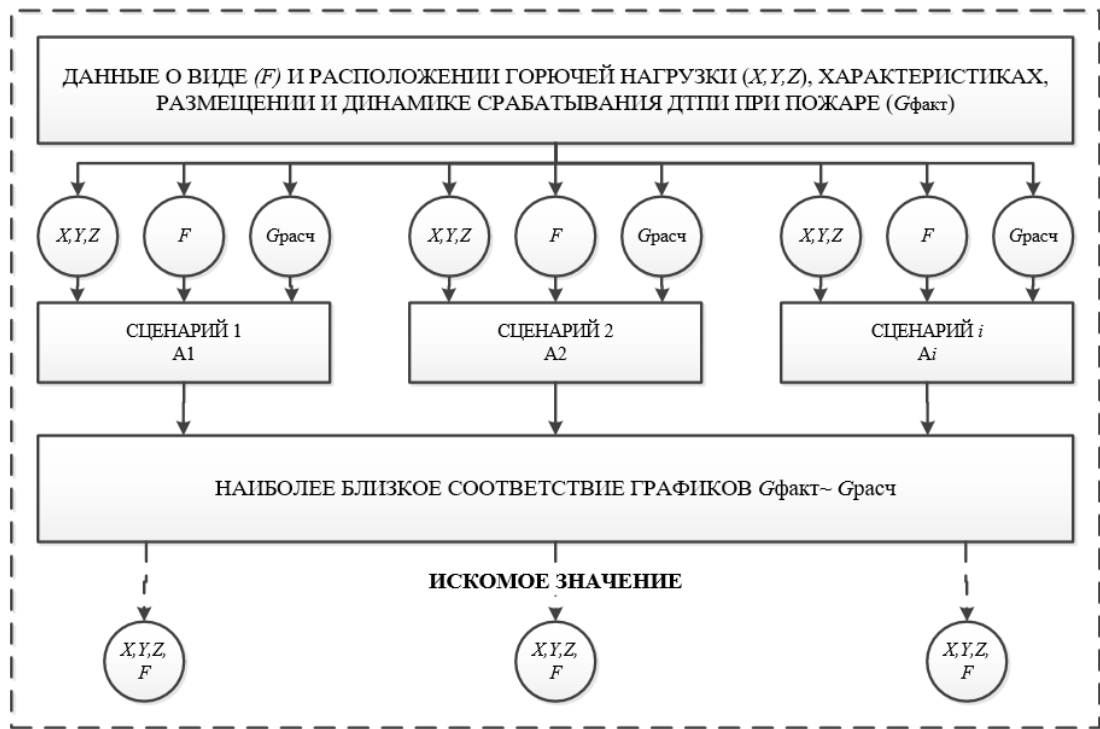


Рисунок 2.4 — Структура метода ретроспективной оценки и выбора альтернативных решений по очагу и причине пожара

Однако база данных расчетных параметров, полученных путем математического моделирования, и подбор параметров, соответствующих эталонному значению, представляет собой трудоемкий процесс, не пригодный для практического использования по времени для достижения цели.

## 2.2 Разработка экспресс-оценки времени достижения пороговых значений оптической плотности дыма при пожаре

Для выбора метода информационно-аналитической поддержки принятия управленческих решений на первоначальном этапе расследования пожаров был проведен численный эксперимент на базе полевого метода моделирования ОФП по получению массива расчетных данных по времени достижения значений оптической плотности дыма в динамике ОФП достаточных для срабатывания ДТПИ АПС.

Численные эксперименты проводят при пожаре в помещениях со следующими характеристиками:

- площадь помещений  $S$ , м<sup>2</sup> — от 25 до 14400 м<sup>2</sup>.
- высота помещений  $H$ , м — от 3 до 12 м;
- уровень плоскости пожара, % от высоты помещения,  $H$ , м, — от 0 до 75 %;
- высота расположения пожарного извещателя — под перекрытием;
- чувствительность пожарного извещателя — от 0,05 до 0,2 дБ/м;
- масса горючей нагрузки, приходящаяся на единицу площади поверхности горения, — от 5 до 500 кг/м<sup>2</sup>;
- температура наружного воздуха — 37 °С;
- давление на нулевой отметке — 101 325,0 Па;
- горючая нагрузка:
  - «Магазины»;
  - «Радиоматериалы: поли- (этилен + стирол + пропилен) гетинакс»;
  - «Упаковка: бумага + картон + поли- (этилен + стирол) (0,4 + 0,3 + 0,15 + 0,15)»;
  - «Резинотехнические изделия; резина, изделия из нее»;
  - «Склад бумаги в рулонах»;
- проемность помещений — от 0 до 5%.

Пример внешнего вида помещения численного эксперимента приведен на рисунке 2.5. База данных типовой пожарной нагрузки принята по [48]. Расчет времени срабатывания ДТПИ по полевой математической модели расчета газообмена в здании при пожаре проводился с помощью программного комплекса «Фогард – НВ».

Полевой метод моделирования развития пожара выбран для настоящего исследования, поскольку позволяет проводить наиболее детальный анализ протекания пожара и определения динамики ОФП. С учетом теоретических основ полевой модели и экспериментальных оценок при валидационных натурных

испытаниях, программа *FDS* дает решение с достаточной инженерной точностью 15–20 % [133].

В результате расчетов времени ОФП по полевой математической модели определялось расчетное время достижения значений оптической плотности воздушной среды в пределах от 0,05 до 0,2 дБ/м в различных помещениях, с различной плоскостью горения в которых измерялось время срабатывания дымовых точечных пожарных извещателей на различных расстояниях от очага пожара.

Изменение значений всех параметров приближало значение расчетного сетевого графика времени достижения оптической плотности дыма к фактическому — эталонному графику времени срабатывания дымовых точечных пожарных извещателей при пожаре в помещении. Таким образом, получены графики зависимости времени срабатывания дымовых точечных пожарных извещателей от расстояния до очага пожара, вида горючей нагрузки, расположения очага пожара, высоты плоскости горения.

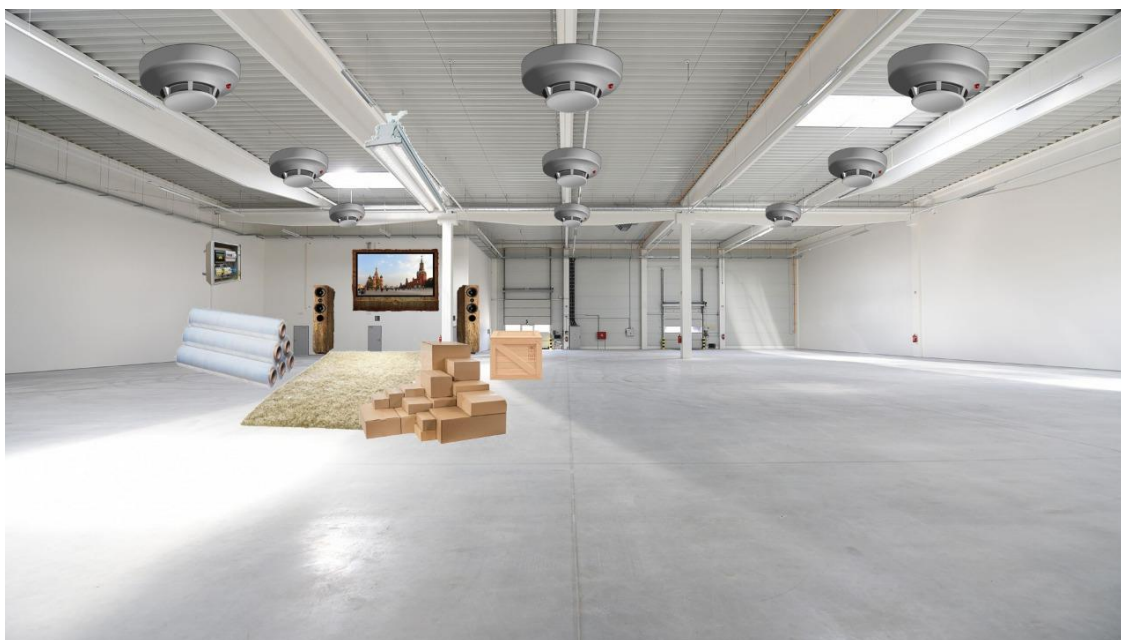


Рисунок 2.5 — Вид помещения численного эксперимента

Основой для полевых моделей пожаров служат уравнения, показанные ниже:

- уравнение сохранения массы:

$$\frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j} (\rho u_j) = 0; \quad (2.1)$$

– уравнение сохранения импульса:

$$\frac{\partial}{\partial t} (\rho u_i) + \frac{\partial}{\partial x_j} (\rho u_j u_i) = -\frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial \tau_{ij}}{\partial x_j} + \rho g_i. \quad (2.2)$$

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

$$\tau_{ij} = \mu \left( \frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) - \frac{2}{3} \mu \frac{\partial u_k}{\partial x_k} \delta_{ij}; \quad (2.3)$$

– уравнение энергии:

$$\frac{\partial}{\partial t} (\rho h) + \frac{\partial}{\partial x_j} (\rho u_j h) = \frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left( \frac{\lambda}{c_p} \frac{\partial h}{\partial x_j} \right) - \frac{\partial q_j^R}{\partial x_j}, \quad (2.4)$$

где  $h = h_0 + \int_{T_0}^T c_p dT + \sum_k (Y_k H_k)$  — статическая энтальпия смеси;  $H_k$  — теплота образования  $k$ -го компонента;  $c_p = \sum_k Y_k c_{p,k}$  — теплоемкость смеси при постоянном давлении;  $q_j^R$  — радиационный поток энергии в направлении  $x_j$ ;

– уравнение сохранения химического компонента  $k$ :

$$\frac{\partial}{\partial t} (\rho Y_k) + \frac{\partial}{\partial x_j} (\rho u_j Y_k) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left( \rho D \frac{\partial Y_k}{\partial x_j} \right) + S_k. \quad (2.5)$$

Для замыкания системы уравнений (2.1)–(2.5) используется уравнение состояния идеального газа. Для смеси газов оно имеет вид:

$$p = \rho R_0 T \sum_k \frac{Y_k}{M_k}, \quad (2.6)$$

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

Исходные данные для расчетов параметров горючей нагрузки представлены в таблицах 2.1–2.4. Параметры расчета времени срабатывания ДТПИ при пожаре показаны в таблице 2.5.

Таблица 2.1 — Параметры горючей нагрузки «Магазины»

Наименование параметра	Значение параметра
Низшая теплота сгорания, Дж/кг	15 800
Линейная скорость распространения пламени, м/с	0,0055
Удельная массовая скорость выгорания, кг/(м <sup>2</sup> ·с)	0,0150
Дымообразующая способность, Нп·м <sup>2</sup> /кг	270,0
Количество, СО выделяющегося при сгорании 1 кг вещества, кг/кг	0,0430
Количество, СО <sub>2</sub> выделяющегося при сгорании 1 кг вещества, кг/кг	0,8500
Количество, НСl выделяющегося при сгорании 1 кг вещества, кг/кг	0,0230
Количество, О <sub>2</sub> поглощающегося при сгорании 1 кг вещества, кг/кг	1,250

Таблица 2.2 — Параметры горючей нагрузки «Радиоматериалы: поли- (этилен + + стирол + пропилен) гетинакс»

Наименование параметра	Значение параметра
Низшая теплота сгорания, Дж/кг	34 800
Линейная скорость распространения пламени, м/с	0,0137
Удельная массовая скорость выгорания, кг/(м <sup>2</sup> ·с)	0,0177
Дымообразующая способность, Нп·м <sup>2</sup> /кг	381,0
Количество, СО выделяющегося при сгорании 1 кг вещества, кг/кг	0,1000
Количество, СО <sub>2</sub> выделяющегося при сгорании 1 кг вещества, кг/кг	0,7640
Количество, НСl выделяющегося при сгорании 1 кг вещества, кг/кг	0,0073
Количество, О <sub>2</sub> поглощающегося при сгорании 1 кг вещества, кг/кг	3,312

Таблица 2.3 — Параметры горючей нагрузки «Упаковка: бумага + картон + поли (этилен + + стирол) (0,4 + 0,3 + 0,15 + 0,15)»

Наименование параметра	Значение параметра
Низшая теплота сгорания, Дж/кг	23 540
Линейная скорость распространения пламени, м/с	0,0040
Удельная массовая скорость выгорания, кг/(м <sup>2</sup> ·с)	0,0132
Дымообразующая способность, Нп·м <sup>2</sup> /кг	172,0
Количество, СО выделяющегося при сгорании 1 кг вещества, кг/кг	0,1120
Количество, СО <sub>2</sub> выделяющегося при сгорании 1 кг вещества, кг/кг	0,6790
Количество, НСl выделяющегося при сгорании 1 кг вещества, кг/кг	0,0037
Количество, О <sub>2</sub> поглощающегося при сгорании 1 кг вещества, кг/кг	1,700

Таблица 2.4 — Параметры горючей нагрузки «Резинотехнические изделия; резина, изделия из нее»

Наименование параметра	Значение параметра
Низшая теплота сгорания, Дж/кг	36 000
Линейная скорость распространения пламени, м/с	0,0184
Удельная массовая скорость выгорания, кг/(м <sup>2</sup> ·с)	0,0112
Дымообразующая способность, Нп·м <sup>2</sup> /кг	850,0
Количество, СО выделяющегося при сгорании 1 кг вещества, кг/кг	0,0150
Количество, СО <sub>2</sub> выделяющегося при сгорании 1 кг вещества, кг/кг	0,4160
Количество, HCl выделяющегося при сгорании 1 кг вещества, кг/кг	0,0000
Количество, O <sub>2</sub> поглощающегося при сгорании 1 кг вещества, кг/кг	2,990

Таблица 2.5 — Параметры расчета

Наименование параметра	Значение
Температура наружного воздуха, °С	37,0
Давление на нулевой отметке, Па	101 325,0
Масса горючей нагрузки, приходящаяся на единицу площади поверхности горения, кг/м <sup>2</sup>	200,0
Среднеповерхностная плотность теплового излучения пламени, кВт/м <sup>2</sup>	40,0
Расстояние от плоскости пожара до пола, м	0,5

В соответствии с п. 4.1.4 НПБ 65–97 «Извещатели пожарные дымовые оптико-электронные. Общие технические требования. Методы испытаний» чувствительность оптических извещателей выбирают в пределах 0,05–0,2 дБ м<sup>-1</sup>. Максимальная удельная оптическая плотность, контролируемая оптическим извещателем с аналоговым выходным сигналом, в нормальных условиях должна быть не менее 0,2 дБ·м<sup>-1</sup> (п. 4.1.7).

Оптическая плотность среды связана с дальностью видимости в дыму соотношением (приложение 2 ГОСТ 12.1.004–91):

$$l_{\text{пр}} = \frac{2,38}{\mu}, \quad (2.7)$$

где  $l_{\text{пр}}$  — дальность видимости в дыму, м;  $\mu$  — оптическая плотность среды в помещении, Нп/м.

Единицы Нп/м и Дб/м связаны соотношением

$$1 \text{ Нп/м} = 8,686 \text{ Дб/м.} \quad (2.8)$$

Исходя из приведенных зависимостей (2.7) – (2.8) срабатывание исправных дымовых пожарных извещателей должно произойти в интервале значений оптической плотности среды: 0,0058–0,023 Нп/м, что соответствует расчетной дальности видимости: 410–103 м. При расследовании пожаров принятие решений требует информационно-аналитической поддержки, поскольку установление причины пожара и квалификация нарушений требований пожарной безопасности требуют применения компьютерного моделирования.

Для эффективного принятия управленческих решений при расследовании пожаров требуется информационно-аналитическая поддержка с целью реконструкции процесса возникновения и распространения пожара и определения времени начала пожара, места очага пожара и вида пожарной нагрузки, что возможно с учетом определения соответствия моделируемого и фактического времени срабатывания системы обнаружения опасных факторов пожара. При этом, для того чтобы добиться наибольшего соответствия, реконструируемого с реальным пожаром, необходимо проведение большого массива численных экспериментов, что возможно с помощью специального программного обеспечения и большим сроком исполнения до 90 рабочих дней, что значительно увеличивает сроки проведения экспертизы. Специалисты должны обладать высокой квалификацией и достаточным опытом использования соответствующего программного обеспечения, что увеличивает стоимость проведения экспертизы.

В целях сокращения проведения сроков экспертиз без потерь качества ее результатов применена методика В.И. Козлачкова по переработке информации, для сокращения ее объема для применения практическими работниками в условиях дефицита времени. Причем синтез информации позволил автору, разработать экспресс-оценку параметров системы обнаружения опасных факторов пожара, позволяющих решать профессиональные задачи в области пожарно-технической экспертизы специалистам любого уровня с необходимым уровнем достоверности (рисунок 2.6).



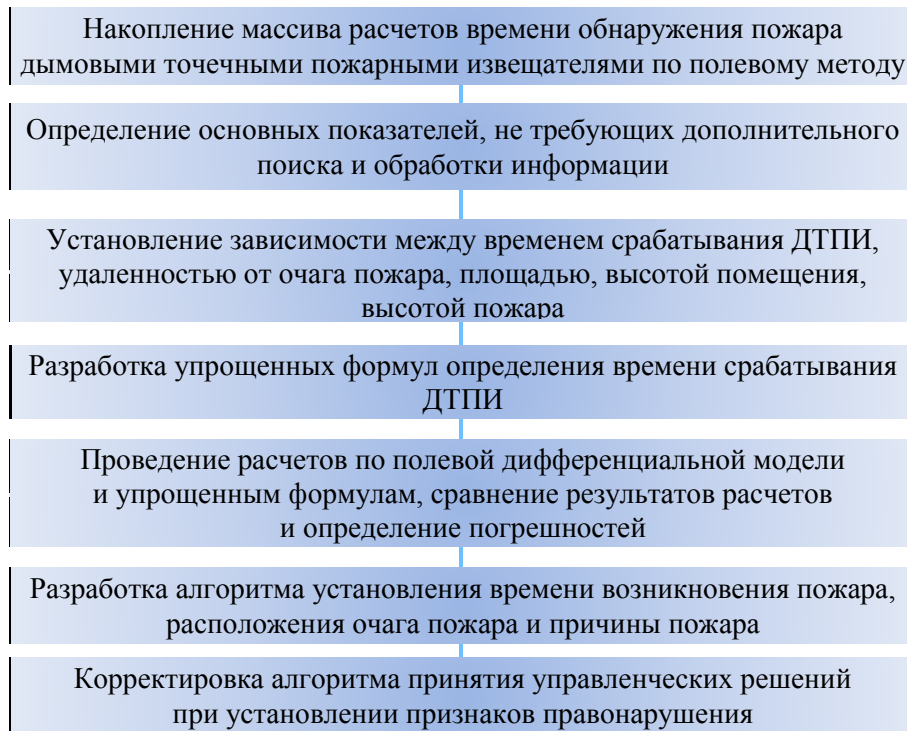


Рисунок 2.6 — Алгоритм разработки метода оперативной обработки информации

Для определения наиболее точной реконструкции процесса возникновения и распространения пожара (определения времени начала пожара, расположения места очага пожара и первично загоревшегося материала) автором проведены серии расчетов в различных плоскостях среды при различных веществах и материалах по результатам, которых получены зависимости времени реагирования на ОФП, которое с наибольшей достоверностью причинно-следственно связано с размерами причиненного вреда.

Экспресс-оценка в данном случае представляет собой процесс предварительного исследования и установления времени наступления пороговых значений ОПД ДТПИ с использованием соответствующих формул при различном расположении в пространстве помещения очага пожара и виде горючей нагрузки в очаге.

Автором настоящей диссертационной работы проведены численные эксперименты по выявлению зависимостей времени достижения порога срабатывания ДТПИ при пожаре от объемов помещений, вида горючей нагрузки и других показателей. Анализ и обработка данных, полученных в результате исследования, проводились с использованием регрессионного анализа.

Результаты расчетов времени срабатывания ДТПИ при пожаре в помещении площадью от 100–1600 м<sup>2</sup>, высотой от 3 до 12 м, с пожарной нагрузкой «Радиоматериалы: поли- (этилен + стирол + пропилен) гетинакс» по полевой модели представлены на рисунке 2.7.

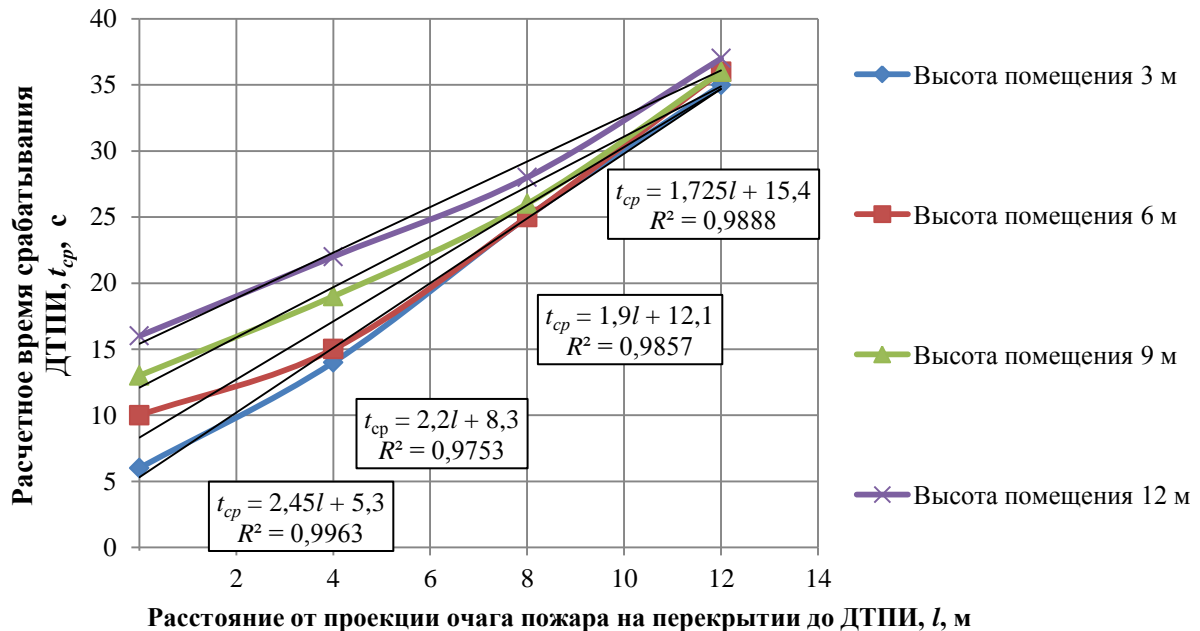


Рисунок 2.7 — График срабатывания ДТПИ при пожаре (площадь помещения 100–1600 м<sup>2</sup>, высота помещения очага пожара 3–12 м, пожарная нагрузка «Радиоматериалы: поли- (этилен + стирол + пропилен) гетинакс»)

Значения уравнений линий тренда  $t_{cp}$  и величин достоверности аппроксимации  $R^2$  для зависимостей, представленных на рисунке 2.7, будут следующими:

- помещение высотой 3 м:

$$t_{cp} = 2,45l + 5,3; \quad R^2 = 0,9963;$$

- помещение высотой 6 м:

$$t_{cp} = 2,2l + 8,3; \quad R^2 = 0,9753;$$

- помещение высотой 9 м:

$$t_{cp} = 1,9l + 12,1; \quad R^2 = 0,9857;$$

- помещение высотой 12 м:

$$t_{cp} = 1,725l + 15,4; \quad R^2 = 0,9888.$$

График, учитывающий весовые коэффициенты влияния расстояния от очага пожара до ДТПИ и высоты помещения, представлен на рисунке 2.8.

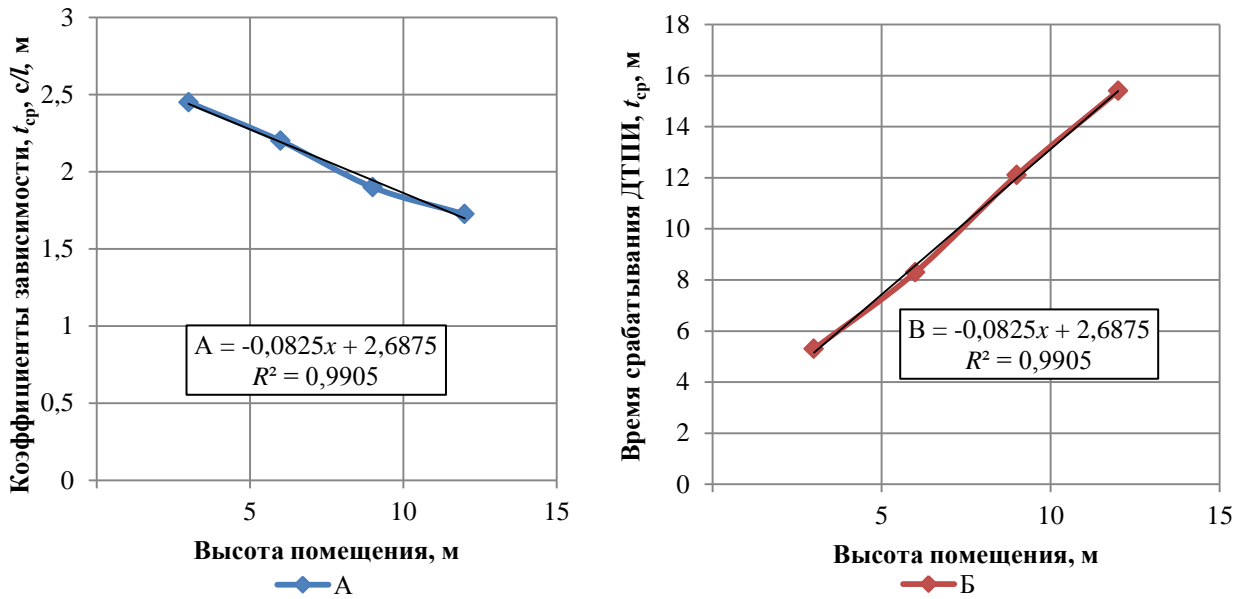


Рисунок 2.10 — Получение графика зависимости коэффициентов А, В от высоты помещения (площадь помещения 100 - 1600 м<sup>2</sup>)

Значения уравнений линий тренда  $y$  и величин достоверности аппроксимации  $R^2$  для зависимостей, представленных на рисунке 2.8 будут следующими:

– коэффициент А:

$$y = -0,0825x + 2,6875; \quad R^2 = 0,9905;$$

– коэффициент Б:

$$y = 1,1367x + 1,75; \quad R^2 = 0,9982.$$

Экспресс-методика определения времени срабатывания ДТПИ при пожаре, при пожарной нагрузке «Радиоматериалы: поли- (этилен + стирол + пропил) гетинакс» (площадь помещения от 100–1600 м<sup>2</sup>) осуществляется по формуле

$$t_{обн} = ((-0,0825H + 2,6875)l + (1,1367H + 1,75))P_{\Gamma} + t_{ин.ДТПИ}$$

где  $H$  — высота помещения очага пожара, м;  $t_{ин.ДТПИ}$  — инерционность ДТПИ (указана в технических условиях и паспортах на извещатели конкретных типов), с;  $l$  — расстояние от проекции очага пожара на перекрытии до ДТПИ, м;  $P_{\Gamma}$  — коэффициент высоты плоскости пожара.

Результаты расчетов времени срабатывания ДТПИ при пожаре в помещении площадью от 1600 м<sup>2</sup> и более, высотой от 3 до 12 м, с пожарной нагрузкой «Радиоматериалы: поли- (этилен + стирол + пропил) гетинакс» по полевой модели представлены на рисунке 2.9.

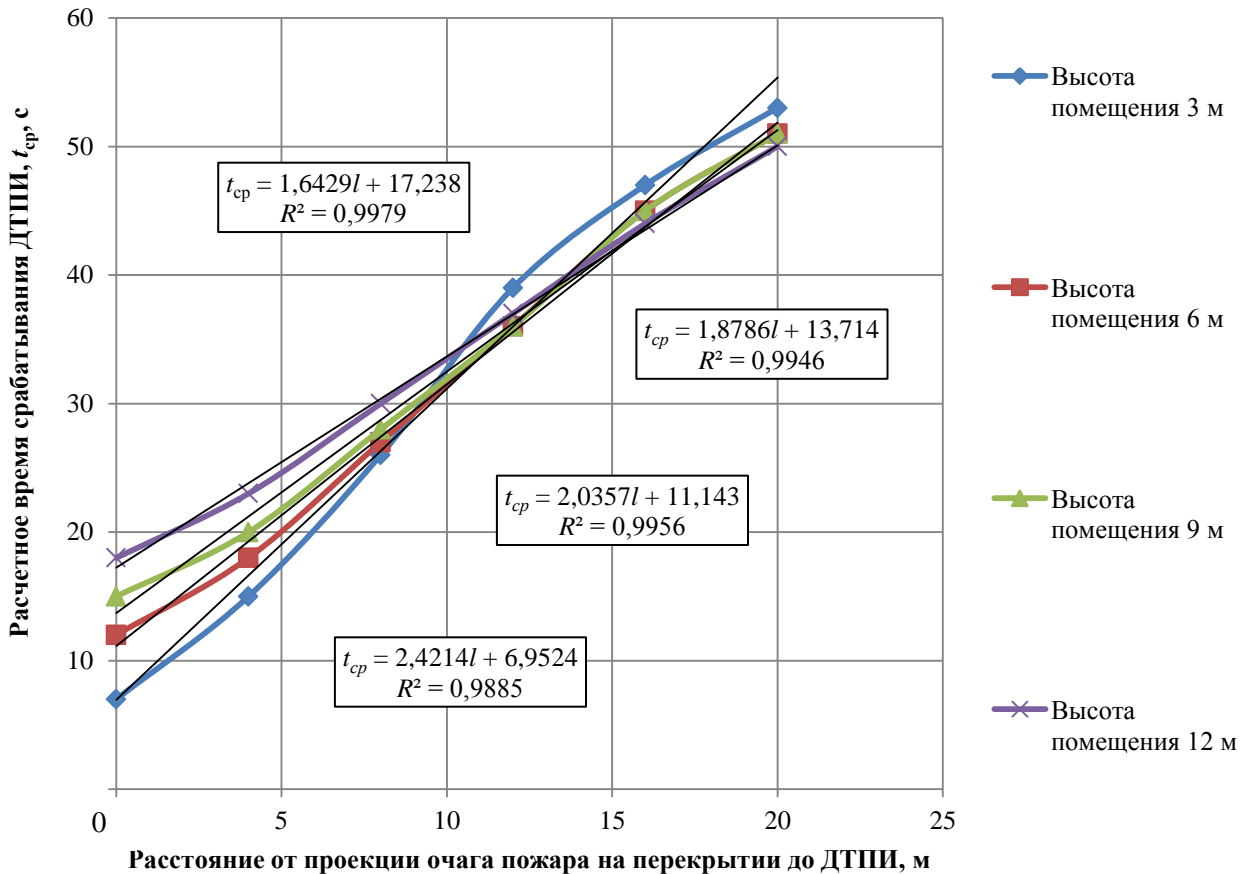


Рисунок 2.9 — График расчетного времени срабатывания ДТПИ при пожаре (площадь помещения от 1600 м<sup>2</sup> и более, высота помещения очага пожара 3–12 м, горючая нагрузка «Радиоматериалы: поли- (этилен + стирол + пропил) гетинакс»)

Значения уравнений линий тренда  $t_{cp}$  и величин достоверности аппроксимации  $R^2$  для зависимостей, представленных на рисунке 2.9 будут следующими:

– помещение высотой 3 м:

$$t_{cp} = 2,4214l + 6,9524; \quad R^2 = 0,9885;$$

– помещение высотой 6 м:

$$t_{cp} = 2,0357l + 11,143; \quad R^2 = 0,9956;$$

– помещение высотой 9 м:

$$t_{cp} = 1,8786l + 13,714; \quad R^2 = 0,9946;$$

– помещение высотой 12 м:

$$t_{cp} = 1,6429l + 17,238; \quad R^2 = 0,9979.$$

График, учитывающий весовые коэффициенты влияния расстояния от очага пожара до ДТПИ и высоты помещения, представлен на рисунке 2.10.

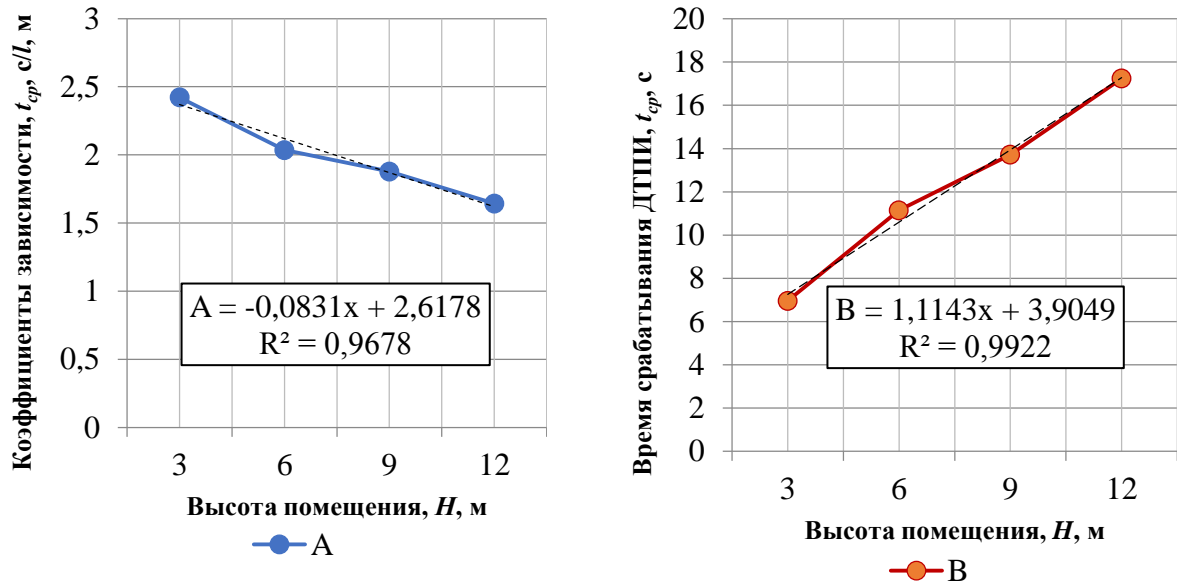


Рисунок 2.10 — Получение графика зависимости коэффициентов А, В от высоты помещения (площадь помещения от 1600 м<sup>2</sup>)

Значения уравнений линий тренда А, В и величин достоверности аппроксимации  $R^2$  для зависимостей, представленных на рисунке 2.10 будут следующими:

– коэффициент А:

$$A = -0,0831x + 2,6178; \quad R^2 = 0,9678;$$

– коэффициент Б:

$$B = 1,1143x + 3,9049; \quad R^2 = 0,9922.$$

Экспресс-оценка определения времени срабатывания ДТПИ при пожаре, при горючей нагрузке «Радиоматериалы: поли- (этилен + стирол + пропилен) гетинакс» (в помещениях площадью от 1600 м<sup>2</sup>) осуществляется по формуле

$$t_{\text{обн}} = ((-0,0831H + 2,6178)l + (1,1143H + 3,9049))P_{\Gamma} + t_{\text{ин,ДТПИ}}$$

где  $H$  — высота помещения очага пожара, м;  $t_{\text{ин,ДТПИ}}$  — инерционность ДТПИ (указана в технических условиях и паспортах на ДТПИ конкретных типов), с;  $l$  — расстояние от проекции очага пожара на перекрытии до ДТПИ, м;  $P_{\Gamma}$  — коэффициент высоты плоскости пожара.

Результаты расчетов коэффициента плоскости горения для времени срабатывания ДТПИ при пожаре в зависимости от высоты плоскости горения и удаленности ДТПИ от очага пожара с горючей нагрузкой «Радиоматериалы: поли-

(этилен + стирол + пропилен) гетинакс» в помещении площадью 1600–14 400 м<sup>2</sup> представлен на рисунке 2.11.

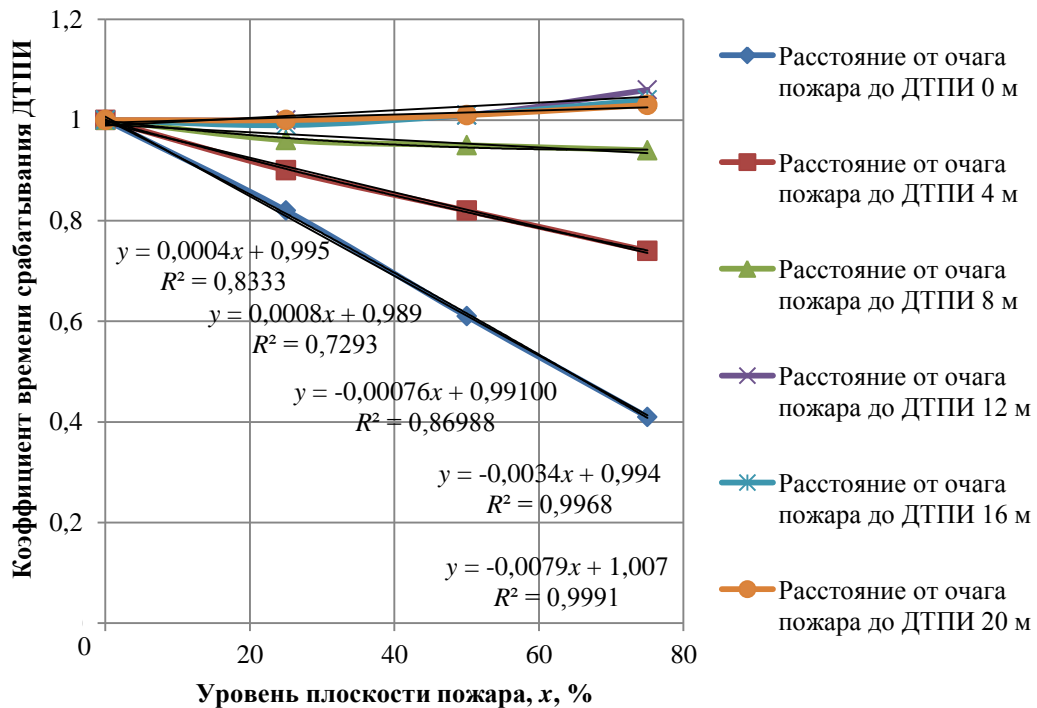


Рисунок 2.11 — График коэффициентов времени срабатывания ДТПИ при пожаре (площадь помещения 1600–14 000 м<sup>2</sup>; высота помещения очага пожара 3–12 м горючая нагрузка «Радиоматериалы: поли- (этилен + стирол + пропилен) гетинакс»)

Значения уравнений линий тренда  $y$  и величин достоверности аппроксимации  $R^2$  для зависимостей, представленных на рисунке 2.11, будут следующими:

– 0 м от очага пожара:

$$y = -0,00792x + 1,007; R^2 = 0,99908;$$

– 4 м от очага пожара:

$$y = -0,00344x + 0,99400; R^2 = 0,99677.$$

График, учитывающий весовые коэффициенты влияния расстояния от очага пожара до извещателя и высоты плоскости пожара на расстоянии от 0 до 4 м, представлен на рисунке 2.12.

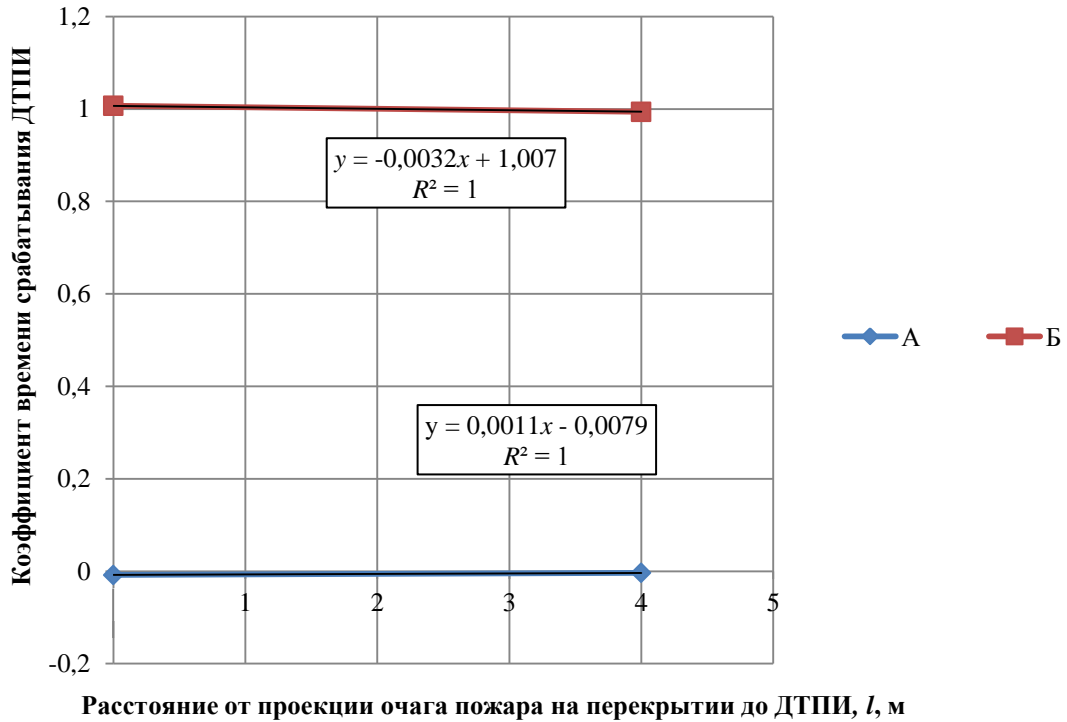


Рисунок 2.12 — График весовых коэффициентов влияния расстояния от очага пожара до ДТПИ и высоты плоскости пожара  $h$  на расстоянии от 0 до 4 м

Значения уравнений линий тренда  $y$  и величин достоверности аппроксимации  $R^2$  для зависимостей, представленных на рисунке 2.12, перечислены ниже:

– коэффициент А:

$$y = -0,0032x + 1,007; \quad R^2 = 1;$$

– коэффициент Б:

$$y = 0,0011x - 0,0079; \quad R^2 = 1.$$

Таким образом, определена формула коэффициента  $P_r$  для расстояния от 0 до 4 м от ДТПИ до очага пожара:

$$P_r = (0,0011l - 0,0079)x + (-0,0032l + 1,007).$$

График, учитывающий весовые коэффициенты влияния расстояния от очага пожара до ДТПИ и высоты плоскости пожара на расстоянии от 4 до 8 м, представлен на рисунке 2.13.

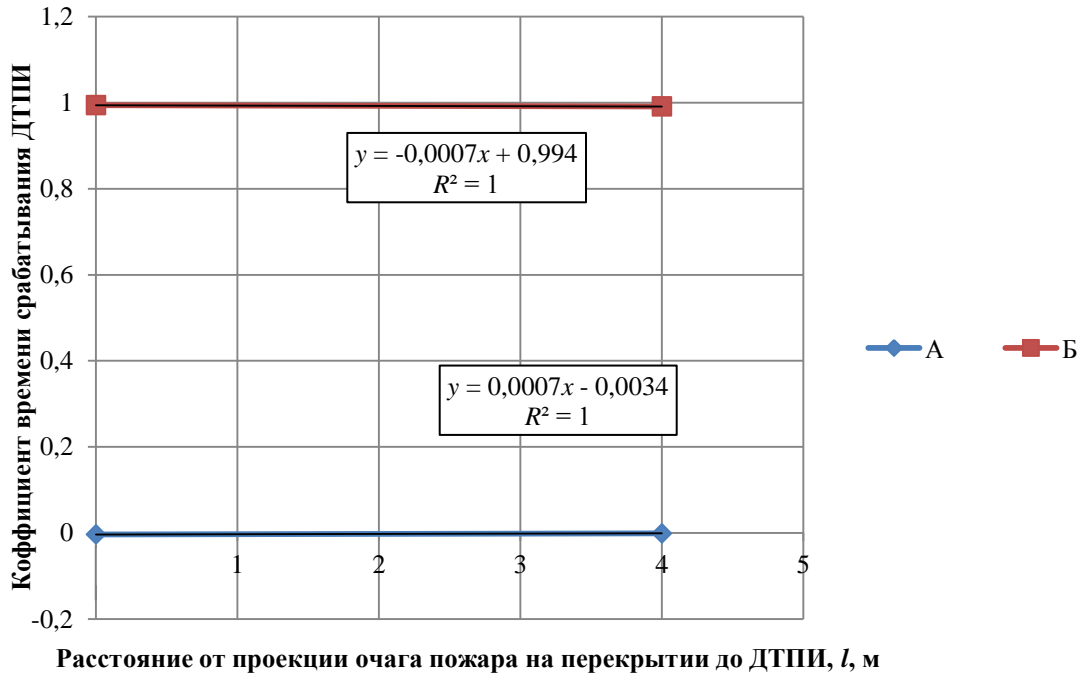


Рисунок 2.13 — График весовых коэффициентов влияния расстояния от очага пожара до ДТПИ и высоты плоскости пожара на расстоянии от 4 до 8 м

Значения уравнений линий тренда  $y$  и величин достоверности аппроксимации  $R^2$  для зависимостей, представленных на рисунке 2.13, следующие:

– коэффициент А:

$$A = 0,0007x - 0,0034; \quad R^2 = 1;$$

– коэффициент Б:

$$B = -0,0007x + 0,994; \quad R^2 = 1.$$

Таким образом, определена формула коэффициента  $\Pi_r$  для расстояния от 4 до 8 м от ДТПИ до очага пожара:

$$\Pi_r = (0,0007l - 0,0034)x + (-0,0007l + 0,994).$$

Коэффициенты  $\Pi_r$  для горючей нагрузке «Радиоматериалы: поли- (этилен + стирол + пропилен) гетинакс» представлены ниже:

– 0–4 м от очага пожара:

$$\Pi_r = (0,0011l - 0,0079)x + (-0,0032l + 1,007);$$

– 4–8 м от очага пожара:

$$\Pi_r = (0,0007l - 0,0034)x + (-0,0007l + 0,994);$$

– 8–12 м от очага пожара:



$$P_r = 0,00076x + 0,989;$$

– 12–16 м от очага пожара:

$$P_r = 0,0006x + 0,989;$$

– 16–20 м от очага пожара:

$$P_r = 0,0004x + 0,995.$$

Здесь  $x$  — высота плоскости пожара (от 0 до 75 % высоты помещения), %:

$$x = \frac{h}{H} \cdot 100 \%,$$

где  $h$  — высота плоскости пожара, м.

Таким образом, автором разработаны формулы экспресс-оценки определения времени срабатывания ДТПИ при пожаре  $t_{обн}$  (для следующих горючих нагрузок помещений площадью 100–1600 и 1600 м<sup>2</sup> и более (приложение А):

1) «Магазины»:

– помещение площадью от 100 до 1600 м<sup>2</sup>:

$$t_{обн} = ((-0,1108H + 4,35)l + (1,89H + 4,65))P_r + t_{ин.ДТПИ};$$

– помещение площадью от 1600 м<sup>2</sup>:

$$t_{обн} = ((-0,0001H^2 + 0,0036H - 0,0319)l^2 + (0,0211H^2 - 0,4361H + 5,4105)l + (-0,1053H^2 + 3,3653H + 5,076))P_r + t_{ин.ДТПИ},$$

где  $H$  — высота помещения очага пожара, м;  $t_{ин.ДТПИ}$  — инерционность ДТПИ (указана в технических условиях и паспортах на ДТПИ конкретных типов), с;  $l$  — расстояние от проекции очага пожара на перекрытии до ДТПИ, м;  $P_r$  — коэффициент высоты плоскости пожара.

При удалении ДТПИ очага пожара коэффициент высоты плоскости пожара  $P_r$  рассчитывают следующим образом:

– 0–4 м от очага пожара:

$$P_r = -0,0069x + 1,048;$$

– 4–8 м от очага пожара:

$$P_r = -0,00132x + 1,002;$$

– 8–12 м от очага пожара:

$$P_r = 0,0007x + 0,988;$$

– 12–16 м от очага пожара:

$$P_r = 0,0005x + 0,992;$$

– 16–20 м от очага пожара:

$$P_r = 0,0001x + 0,998.$$

Здесь  $x$  — уровень плоскости пожара (от 0 до 75 % высоты помещения), %:

$$x = \frac{h}{H} \cdot 100 \%,$$

где  $h$  — высота плоскости пожара, м.

2) «Радиоматериалы: поли- (этилен + стирол + пропил) гетинакс»:

– помещение площадью от 100 до 1600 м<sup>2</sup>:

$$t_{обн} = ((-0,0825H + 2,6875)l + (1,1367H + 1,75))P_r + t_{ин.ДТПИ};$$

– помещение площадью от 1600 м<sup>2</sup>:

$$t_{обн} = ((-0,0831H + 2,6178)l + (1,1143H + 3,9049))P_r + t_{ин.ДТПИ},$$

где  $H$  — высота помещения очага пожара, м;  $t_{ин.ДТПИ}$  — инерционность ДТПИ (указана в технических условиях и паспортах на ДТПИ конкретных типов), с;  $l$  — расстояние от проекции очага пожара на перекрытии до ДТПИ, м;  $P_r$  — коэффициент высоты плоскости пожара.

При удалении ДТПИ очага пожара коэффициент высоты плоскости пожара  $P_r$  рассчитывают следующим образом:

– 0–4 м от очага пожара:

$$P_r = -0,00344x + 0,99400;$$

– 4–8 м от очага пожара:

$$P_r = (0,0007l - 0,0034)x + (-0,0007l + 0,994);$$

– 8–12 м от очага пожара:

$$P_r = 0,00076x + 0,989;$$

– 12–16 м от очага пожара:

$$P_r = 0,0006x + 0,989;$$

– 16–20 м от очага пожара:

$$P_r = 0,0004x + 0,995.$$

Здесь  $x$  — уровень плоскости пожара (от 0 до 75 % высоты помещения), %:

$$x = \frac{h}{H} \cdot 100 \%,$$

где  $h$  — высота плоскости пожара, м.

3) Горючая нагрузка «Упаковка: бумага + картон + поли (этилен + стирол) (0,4 + 0,3 + 0,15 + 0,15)»

– помещение площадью от 100 до 1600 м<sup>2</sup>:

$$t_{обн} = ((-0,0742H + 4,8625)l + (2,9167H + 1,8))P_{п} + t_{ин.ДТПИ};$$

– помещение площадью от 1600 м<sup>2</sup>:

$$t_{обн} = ((-0,0027H^2 + 0,03H - 0,221)l^2 + (0,0803H^2 - 1,1018H + 10,005)l + (-0,2083H^2 + 5,3702H + 1,8575))P_{п} + t_{ин.ДТПИ},$$

где  $H$  — высота помещения очага пожара, м;  $t_{ин.ДТПИ}$  — инерционность ДТПИ (указана в технических условиях и паспортах на ДТПИ конкретных типов), с;  $l$  — расстояние от проекции очага пожара на перекрытии до ДТПИ, м;  $P_{п}$  — коэффициент высоты плоскости пожара.

При удалении ДТПИ очага пожара коэффициент высоты плоскости пожара  $P_{п}$  рассчитывают следующим образом:

– 0–4 м от очага пожара:

$$P_{п} = (0,0007l - 0,0066)x + (0,0005l + 1,004);$$

– 4–8 м от очага пожара:

$$P_{п} = (0,0004l - 0,0011)x + (0,0007l + 1,0011);$$

– 8–12 м от очага пожара:

$$P_{п} = 0,0006x + 0,99;$$

– 12–16 м от очага пожара:

$$P_{п} = 0,0004x + 0,994;$$

– 16–20 м от очага пожара:

$$P_{п} = 0,0006x + 0,99.$$

Здесь  $x$  — уровень плоскости пожара (от 0 до 75 % высоты помещения), %:

$$x = \frac{h}{H} \cdot 100 \%,$$

где  $h$  — высота плоскости пожара, м.

4) Горючая нагрузка «Резинотехнические изделия; резина, изделия из нее»

- помещение площадью от 100 до 1600 м<sup>2</sup>:

$$t_{\text{обн}} = ((-0,0867H + 2,575)l + (1,1533H + 1,55))\Pi_{\Gamma} + t_{\text{ин.ДТПИ}};$$

- помещение площадью от 1600 м<sup>2</sup>:

$$t_{\text{обн}} = ((-0,0857H + 2,5678)l + (1,146H + 2,5716))\Pi_{\Gamma} + t_{\text{ин.ДТПИ}},$$

где  $H$  — высота помещения очага пожара, м;  $t_{\text{ин.ДТПИ}}$  — инерционность ДТПИ (указана в технических условиях и паспортах на ДТПИ конкретных типов), с;  $l$  — расстояние от проекции очага пожара на перекрытии до ДТПИ, м;  $\Pi_{\Gamma}$  — коэффициент высоты плоскости пожара.

При удалении ДТПИ очага пожара коэффициент высоты плоскости пожара  $\Pi_{\Gamma}$  рассчитывают следующим образом:

- 0–4 м от очага пожара:

$$\Pi_{\Gamma} = (0,0009l - 0,0076)x + (-0,0145l + 1,0253);$$

- 4–8 м от очага пожара:

$$\Pi_{\Gamma} = (-0,0004l + 0,0052)x + (-0,0009l + 1,001);$$

- 8–12 м от очага пожара:

$$\Pi_{\Gamma} = 0,00036x + 0,994;$$

- 12–16 м от очага пожара:

$$\Pi_{\Gamma} = 0,00052x + 0,993;$$

- 16–20 м от очага пожара:

$$\Pi_{\Gamma} = 0,0001x + 0,998.$$

Здесь  $x$  — уровень плоскости пожара (от 0 до 75 % высоты помещения), %:

$$x = \frac{h}{H} \cdot 100 \%,$$

где  $h$  — высота плоскости пожара, м.

5) «Склад бумаги в рулонах»:

- площадь помещения от 100–1600 м<sup>2</sup>:

$$t_{\text{обн}} = ((0,0069H^2 - 0,108H + 0,0796)l^2 + (-0,0747H^2 + 1,7025H + 4,9883)l + (-0,0446H^2 + 3,1231H + 9,9553))\Pi_{\Gamma} + t_{\text{ин.ДТПИ}};$$

- площадь помещения от 1600 м<sup>2</sup>:

$$t_{\text{обн}} = ((0,0016H^2 - 0,0727H - 0,1203)l^2 + (-0,0136H^2 + 1,4044H + 8,379)l + (-0,1657H^2 + 4,9433H + 17,813))\Pi_{\Gamma} + t_{\text{ин.ДТПИ}},$$

где  $H$  — высота помещения очага пожара, м;  $t_{\text{ин.ДТПИ}}$  — инерционность ДТПИ (указана в технических условиях и паспортах на ДТПИ конкретных типов), с;  $l$  — расстояние от проекции очага пожара на перекрытии до ДТПИ, м;  $\Pi_{\Gamma}$  — коэффициент высоты плоскости пожара.

При удалении ДТПИ очага пожара коэффициент высоты плоскости пожара  $\Pi_{\Gamma}$  рассчитывают следующим образом:

– 0 м:

$$\Pi_{\Gamma} = -0,0061x + 1,003.$$

– 0–4 м:

$$\Pi_{\Gamma} = (0,00001l - 0,00001)x + (0,0004l + 0,0055)$$

– 4–12 м:

$$\Pi_{\Gamma} = (0,000001l^2 - 0,000019l + 0,000080)x^2 - (0,000079l^2 - 0,001510l + 0,011080)x + (-0,000056l^2 + 0,01213l + 0,95350);$$

– 12–16 м:

$$\Pi_{\Gamma} = (-0,000003x + 0,000028)l^2 - (-0,000415x + 0,010060)l + (0,0004x + 1,0135)$$

– 16–20 м:

$$\Pi_{\Gamma} = (-0,0000010l - 0,0000040)x^2 - (-0,000325l + 0,008620)x + (-0,0019l + 1,0495).$$

Здесь  $x$  — уровень плоскости пожара (от 0 до 75 % высоты помещения), %:

$$x = \frac{h}{H} \cdot 100 \%,$$

где  $h$  — высота плоскости пожара, м.

Разработанная экспресс-оценка применима:

- для помещений с естественной вентиляцией правильной геометрической формы;

- условно стационарного очага горения.

Область эффективного применения данной методики:

- расстояние 20 м от очага пожара до ДТПИ и в ряду извещателей;
- уровень плоскости пожара 0–75 % от высоты помещения очага пожара;
- проемность от 0 до 5 %.

Адекватность представленных упрощенных формул экспресс-оценки полной версии методики определения времени обнаружения пожара ДТПИ подтверждается с помощью сравнения следующих результатов расчетов:

- проведенных с использованием упрощенных формул;
- проведенных по существующей методике с использованием полевого метода моделирования динамики ОФП воспользовавшись формулой:

$$\varepsilon_x = \frac{\Delta x}{x_{\text{ист}}} = \frac{|x_{\text{ист}} - x_{\text{изм}}|}{x_{\text{ист}}} \cdot 100 \%$$

Как показывает сравнительный анализ (таблица 2.6), самая большая погрешность не превышает 8,7 %, что подтверждает адекватность экспресс-методики.

Таблица 2.6 — Результаты сравнения результатов расчетов, произведенных по полемому методу моделирования и с помощью экспресс-методики

Но мер п/п	Исходные данные					Время срабаты- вания по полевому методу, с	Время срабаты- вания по экспресс- методике, с	Погреш- ность, %
	Длина помеще- ния, м	Ширина помеще- ния, м	Высота помеще- ния, м	Расстояние от очага пожара ДТПИ, м	Уровень плоскости пожара, %			
<b>«Магазины»</b>								
1	120	80	3	0	0	13	14	7,7
2	120	80	3	8	25	44	45	2,3
3	20	20	6	4	50	26	25	3,8
<b>«Радиоматериалы: поли- (этилен + стирол + пропил) гетинакс»</b>								
4	120	80	3	0	0	7	7	0
5	120	80	3	8	25	23	25	8,7
6	20	20	6	4	50	14	14	0
<b>«Упаковка: бумага + картон + поли (этилен + стирол) (0,4 + 0,3 + 0,15 + 0,15)»</b>								
7	120	80	3	0	0	16	16	0

8	120	80	3	8	25	67	63	5,9
9	20	20	6	4	50	35	34	2,9

Окончание таблицы 2.6

«Резинотехнические изделия; резина, изделия из нее»								
10	120	80	3	0	0	6	6	0
11	120	80	3	8	25	21	21	0
12	20	20	6	4	50	13	14	7,7
«Склад бумаги в рулонах»								
13	120	80	3	0	0	72	73	1,3
14	120	80	3	4	25	104	102	1,9
15	20	20	6	8	50	132	137	3,7

Применение модели пространственной связи очага пожара и ДТПИ на основе формул экспресс-оценки позволяет исключить многочисленный математический эксперимент по подбору:

- вида горючих материалов;
- места расположения очага пожара по выявленным зависимостям.

Всё это значительно сократит время проведения расследований и экспертиз по пожарам в условиях дефицита времени до процессуальных сроков.

### **2.3 Разработка алгоритма информационно-аналитической поддержки принятия управленческих решений на первоначальном этапе расследования пожаров**

Для совершенствования информационно-аналитической поддержки предлагается разработка алгоритма информационно-аналитической поддержки принятия решений об обстоятельствах возникновения и развития пожара, позволяющего адекватно квалифицировать нарушения требований пожарной безопасности (рисунок 2.14).

Основные этапы разработанного алгоритма:

1) при формировании базы данных сценариев (версий) о сочетании вида горючей нагрузки и расположении очага пожара в помещении проводят анализ термических поражений: признаки очага пожара и направленности распространения горения, а также учитывают результаты как инструментальных исследований, так применения вспомогательных методов определения очага пожара, анализируют косвенные признаки очага пожара, используют показания свидетелей;

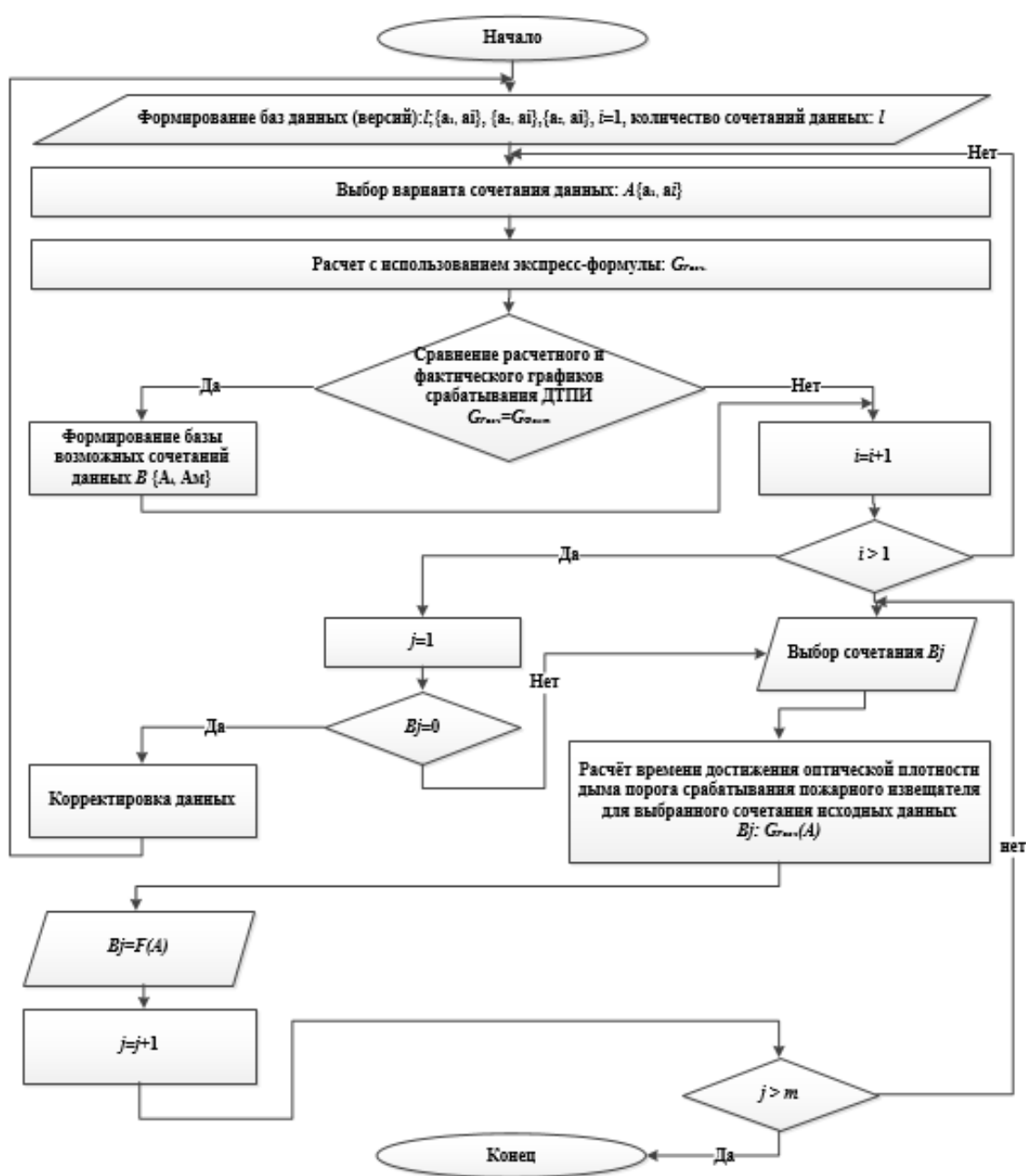


Рисунок 2.14 — Алгоритм информационно-аналитической поддержки принятия решений на первоначальном этапе расследования пожаров



2) используя полученные первоначальные данные, в результате мониторинга среды при пожаре адресной системой АПС разрабатывается эталонная версия динамики ОПД;

3) на основе математического моделирования с учетом экспресс-оценки разрабатывается исчерпывающий перечень версий по координатам расположения очага в пространстве и различных видов горючих материалов;

4) по результатам оценки и отбора расчетных версий динамики ОФП и фактических значений ОПД используется полная версия полевого метода моделирования пожара для проверки единственной версии.

На основе оценки проверенной версии ЛПР принимает решение по адекватной квалификации нарушений требований пожарной безопасности.

Применение экспресс-оценки позволяет:

- принять решение о необходимости проведения трудоемкого расчета с применением полных расчетных моделей времени ОФП;
- повысить достоверность принятия решения за счет увеличения вариантов сочетания данных при исследовании;
- повысить достоверность исследования за счет исключения субъективности при выборе наиболее вероятных сочетаний данных;
- принять решение о соответствии системы автоматической пожарной сигнализации объекта защиты требованиям пожарной безопасности.

Данный алгоритм информационно-аналитической поддержки принятия управленческих решений применим для пожаров с условно стационарным очагом горения, естественной вентиляцией, условно равномерно распределенной горючей нагрузкой.

Применение предложенного алгоритма, является дополнительным методом реконструкции начальной стадии пожара, с помощью которого возможно подтвердить или опровергнуть предварительные выводы эксперта о времени начала пожара, месте расположения очага пожара и виде первично загоревшихся материалов с достоверной точностью, определенной возможностями применения полевой дифференциальной математической модели.

Полученные результаты позволят правильно квалифицировать нарушения требований пожарной безопасности направленных на предотвращение возникновения и распространения пожара.

## 2.4 Выводы по второй главе

Снижение степени информационной неопределенности на первоначальном этапе расследования пожаров может быть достигнуто применением метода ретроспективной оценки и выбора альтернативных решений по очагу и причине пожара основанный на ретроспективном сравнении фактических значений мониторинга ОПД при пожаре с ее расчетными значениями, полученными путем численного эксперимента при реконструкции пожара.

Предложена экспресс-методика определения времени срабатывания автоматического точечного пожарного извещателя. Адекватность методики подтверждается сравнением результатов расчетов, проведенных с помощью экспресс-методик и результатов расчетов, проведенных по существующей методике.

Результаты проведенного исследования показывают высокую сходимость результатов, полученных в результате применения экспресс-методик и результатами применения полевой дифференциальной модели, а также возможность реконструкции процесса возникновения и распространения пожара, установления механизма возникновения и причины пожара с применением предложенной методики.

С целью повышения эффективности и качества управления деятельностью по расследованию пожаров разработан алгоритм информационно-аналитической поддержки принятия решений дознавателями органов ГПН ФПС на первоначальном этапе расследования пожаров.

В результате применения разработанного алгоритма повышается достоверность исследования за счет снижения субъективности при выборе наиболее вероятных версий об обстоятельствах возникновения и развития пожара. При этом все версии тщательно и всесторонне проверены с применением математического моделирования с помощью его информационного эквивалента — экспресс-оценкой, позволяющей вписаться в отрезок времени, отводимый

законодательством Российской Федерации на расследование. Все версии, кроме одной, подвергаются опровержению фактическими результатами мониторинга среды на основе динамики ОПД при пожаре.

Только одна версия будет подтверждена с полной несомненностью вполне достоверными доказательствами — природой явления, зафиксированной аппаратами мониторинга среды. Эта версия находится в полном соответствии со всеми обстоятельствами, полностью их объясняет и является единственно возможным выводом из всех обстоятельств.

### **ГЛАВА 3 СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МОДЕЛИ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА ПЕРВОНАЧАЛЬНОМ ЭТАПЕ РАССЛЕДОВАНИЯ ПОЖАРОВ**

#### **3.1 Диагностирование характера взаимосвязи элементов системы обеспечения пожарной безопасности на первоначальном этапе расследования пожаров**

Особенность начальной стадии расследования пожаров заключается в том, что на данном этапе расследования далеко не всегда ясно, имеет пожар криминальную природу или нет [100]. При этом в ходе развития пожара многие информативные следы могут быть уничтожены, например:

- температурным режимом пожара;
- обрушением строительных конструкций;
- действиями по тушению пожара и т. п.

Часто используемые дознавателями и экспертами показания очевидцев возникновения и развития пожара носят субъективный характер, а результаты инструментальных методик применяют для оценки развитой стадии пожара, и не используются для всей совокупности процессов, сопровождающих развитие пожара, отраженных в концептуальной модели деятельности по расследованию пожара (рисунок 3.1).

Концептуальная модель служит для оценки причинных связей между элементами систем противопожарной защиты на стадии реконструкции произошедшего пожара:

- системы предотвращения пожара;
- системы противопожарной защиты;
- организационно-технических мероприятий.

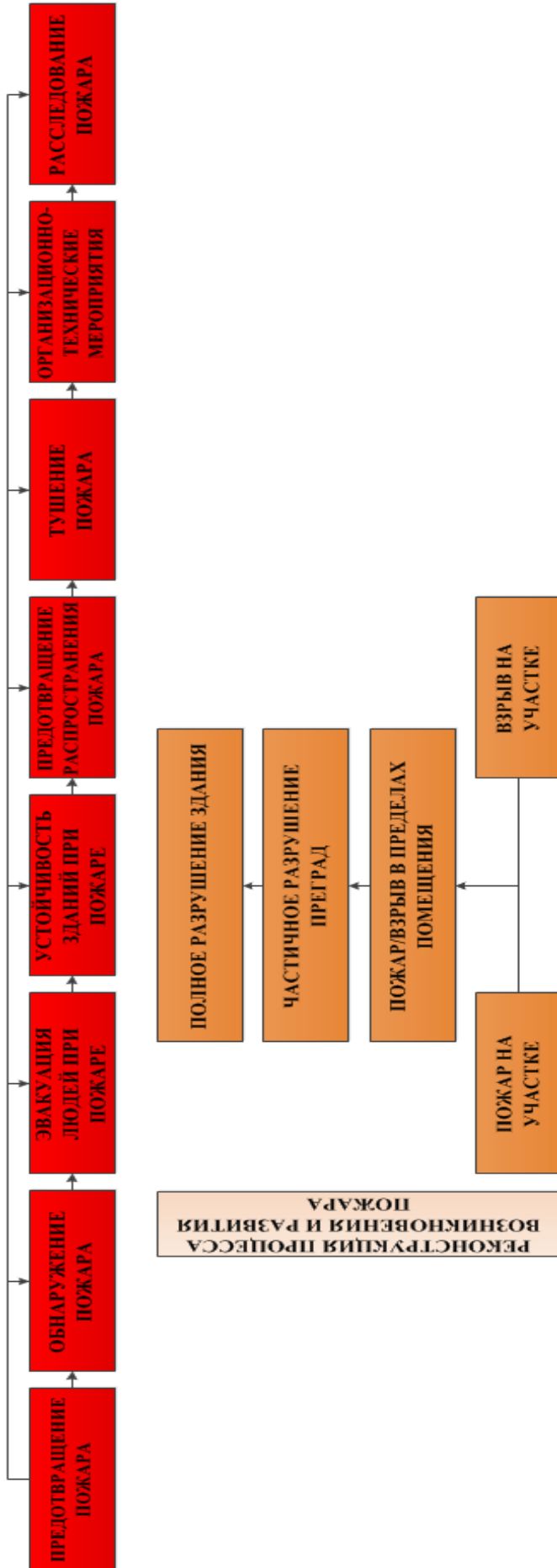


Рисунок 3.1 — Концептуальная модель деятельности по обеспечению пожарной безопасности

Концептуальная (смысловая) модель деятельности по обеспечению пожарной безопасности разработана профессором В.И. Козлачковым для координации деятельности государственного пожарного надзора при проверках объектов защиты и расследовании пожара и служит поддержкой принятия решения по выявлению нарушений требований пожарной безопасности, находящихся в причинно-следственной связи с причинением вреда.

С учетом предложенных в данной исследовательской работе метода и алгоритма модель деятельности органов дознания ГПН ФПС на первоначальном этапе расследования пожара представляет собой взаимосвязь элементов системы обеспечения пожарной безопасности:

- «Предотвращение пожара»;
- «Обнаружение пожара»;
- «Расследование пожара».

Использование экспресс-оценки вида и места расположения горючей нагрузки позволяет данной модели быть жизнеспособной и практически значимой, поскольку она обусловлена получением достоверного (в категорической форме) результата за необходимый процессуальный период.

При этом в ходе разработки концептуальной модели выявлен перечень исходной информации (данные о геометрических характеристиках помещения, виде и характере размещения горючей нагрузки, виде АПС и особенностях срабатывания при пожаре и другие), необходимый для расчета времени наступления порога срабатывания пожарного извещателя при пожаре, а также показаны источники и способы, с помощью которых такая информация может быть получена.

В случае применения разработанной концептуальной модели все факторы, от которых зависит успех операции по проведению предварительной проверки по факту пожара, можно разделить на две группы:

- заданные, заранее известные факторы (условия проведения операции — требования уголовно-процессуального законодательства)  $\alpha_1, \alpha_2, \dots$ , на которые ЛПР влиять не может;

- зависящие от ЛПР факторы (элементы решения)  $x_1, x_2, \dots$ , которые в известных пределах можно выбирать.

Показатель эффективности  $W$  зависит от обеих групп факторов: как от заданных условий, так и от элементов решения. Запишем эту зависимость в виде общей символической формулы:

$$W = W(a_1, a_2, \dots; x_1, x_2, \dots),$$

где  $a_1, a_2, \dots$ , — заданные, заранее известные факторы (условия проведения операции), на которые мы влиять не можем;  $x_1, x_2, \dots$ , — зависящие от ЛПР факторы (элементы решения):

- время возникновения пожара,
- расположение очага пожара,
- вид горючей нагрузки в очаге пожара,
- механизм возникновения пожара,
- квалификация нарушений требований пожарной безопасности и т. д.

Событие пожара, в котором факторы, влияющие на исход операции по выбору решения точно известны является детерминированным. Тогда задачу исследования операций можно математически сформулировать так: «При заданных условиях  $a_1, a_2, \dots$  найти такие элементы решения  $x_1, x_2, \dots$ , которые обращают показатель  $W$  в максимум. Применение данной концептуальной модели позволит повысить достоверность аналитических выводов пожарно-технических экспертов, следовательно, принятия научно обоснованных и своевременных управленческих решений при расследовании пожаров.

В настоящей исследовательской работе рассмотрен полученный автором характер взаимосвязи системы предотвращения пожара и системы противопожарной защиты на основе динамики ОПД при пожаре (рисунок 3.2), что позволит ЛПР диагностировать взаимосвязь динамики ОФП с конкретными условиями и обстоятельствами очага и причины пожара и выявить причинно-следственную связь нарушений требований пожарной безопасности с причинением вреда.



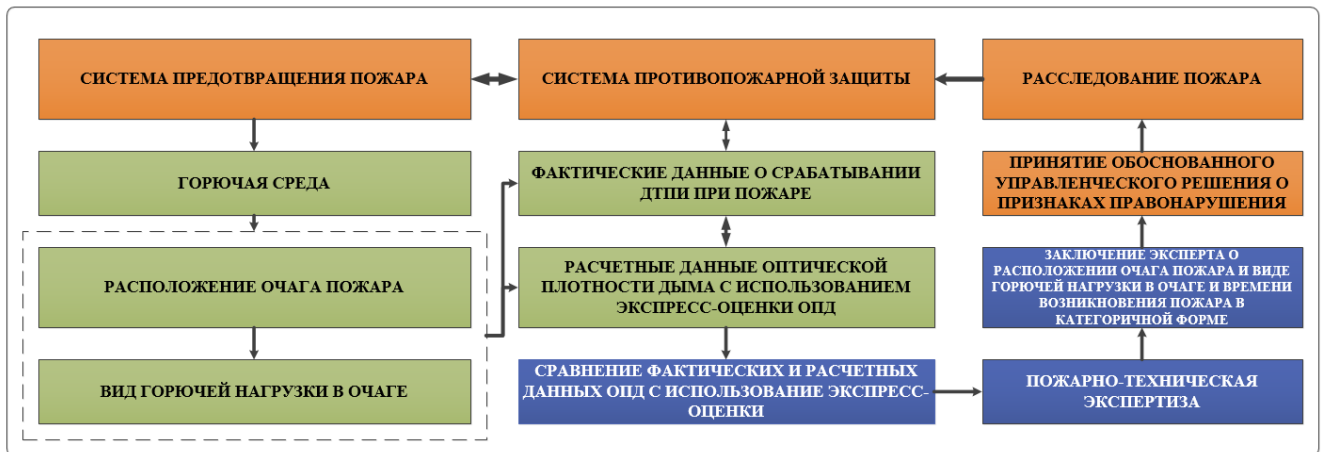


Рисунок 3.2 — Характер взаимосвязи системы предотвращения пожара и системы противопожарной защиты

Характер системных связей элементов системы обеспечения пожарной безопасности носит причинную направленность. Это означает, что управление системой обеспечения пожарной безопасности при расследовании пожара возможно осуществлять с учетом координат вероятного места возникновения пожара и горючей нагрузки на основе разработки, оценки и отбора множества сценариев функционирования системы противопожарной защиты. Такое положение позволяет применять адекватную квалификацию нарушений требований пожарной безопасности.

Связь элементов концептуальной модели деятельности в данном случае представляет собой совокупность зависимостей свойств одного элемента системы обеспечения пожарной безопасности от свойств других элементов системы. Установить характер взаимосвязи между элементами означает возможность выявить наличие зависимостей их свойств и дать их количественную характеристику.

Таким образом, динамика времени срабатывания ДТПИ при пожаре ОПД взаимосвязана с расположением очага пожара и видом горючей нагрузки в очаге, а достоверное установление места первоначального возникновения пожара, вид горючей нагрузки в очаге пожара позволит достоверно определить время наступления предельно допустимых значений опасных факторов пожара. Достоверная динамика ОПД позволит определить характер связи между

элементами системы обеспечения пожарной безопасности и наличие или отсутствие прямой причинно-следственной связи нарушений требования пожарной безопасности и общественно опасных последствий пожара.

В.И. Козлачковым в работе [132] были сформулированы следующие смысловые ориентиры деятельности по обеспечению пожарной безопасности, которые позволяют устанавливать причинно-следственную связь нарушений требований пожарной безопасности и негативных последствий пожара.

*Предотвращение пожара.* Данный ориентир деятельности по обеспечению пожарной безопасности должен опережать (исключать) стечение обстоятельств, обуславливающих его возникновение:

$$t_{\text{возн}} > t_{\text{пр}},$$

где  $t_{\text{возн}}$  — продолжительность создания ситуации возникновения пожара, с;  $t_{\text{пр}}$  — продолжительность действий по исключению обстоятельств возникновения пожара, с.

*Своевременное обнаружение и сообщение о пожаре.* Обнаружение пожара и сообщение о нем должны обеспечить безопасную эвакуацию людей до наступления предельно допустимых значений ОФП:

$$t_{\text{ОФП}} > t_{\text{о.с}} + t_{\text{эв}},$$

где  $t_{\text{ОФП}}$  — время наступления предельно допустимых значений ОФП, с;  $t_{\text{о.с}}$  — время обнаружения и сообщения о пожаре, с;  $t_{\text{эв}}$  — расчетное время эвакуации людей при пожаре, с.

*Применение первичных средств и автоматических установок пожаротушения на начальной стадии пожара.* Первичные средства пожаротушения применяются с учетом времени обнаружения и сообщения о пожаре, а также с учетом последующей эвакуации людей до наступления предельно допустимых значений ОФП:

$$t_{\text{ОФП}} > t_{\text{о.с}} + t_{\text{п.с}} + t_{\text{эв}}$$

где  $t_{\text{ОФП}}$  — время наступления предельно допустимых значений ОФП, с;  $t_{\text{о.с}}$  — время обнаружения и сообщения о пожаре, с;  $t_{\text{п.с}}$  — время применения первичных средств пожаротушения, с;  $t_{\text{эв}}$  — расчетное время эвакуации людей при пожаре, с.

Применение первичных средств пожаротушения должно учитывать скорость увеличения площади пожара, время подачи огнетушащих средств к месту пожара, время эффективного тушения пожара на определенной площади:

$$t_{п.с} < t_s > t_{под} + t_{туш.с},$$

где  $t_{п.с}$  — время применения первичных средств пожаротушения, с;  $t_s$  — время увеличения площади пожара, с;  $t_{под}$  — время подачи огнетушащих средств к месту пожара, с;  $t_{туш.с}$  — время тушения пожара первичными средствами на определенной площади, с.

*Обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре.* Каждый объект должен иметь такое объемно-планировочное, конструктивное и техническое исполнение, чтобы люди, находящиеся в нем, успели эвакуироваться до наступления предельно допустимых значений ОФП:

$$t_{офп} > t_{эв},$$

где  $t_{офп}$  — время наступления предельно допустимых значений ОФП, с;  $t_{эв}$  — расчетное время эвакуации людей при пожаре, с.

*Предотвращение распространения пожара.* Предотвращение распространения пожара должно сдерживать его развитие в течение времени, обеспечивающего своевременную эвакуацию людей, если они не успевают эвакуироваться до наступления предельно допустимых значений ОФП при его свободном развитии:

$$t_{п} > t_{офп} > t_{эв},$$

где  $t_{п}$  — время сдерживания развития (предотвращения распространения) пожара, с;  $t_{офп}$  — время наступления предельно допустимых значений ОФП, с;  $t_{эв}$  — расчетное время эвакуации людей при пожаре, с.

*Повышение огнестойкости зданий и сооружений.* Данный ориентир деятельности по обеспечению пожарной безопасности должен обеспечивать:

- устойчивость зданий и сооружений при пожаре в течение времени, обеспечивающего своевременную эвакуацию людей в безопасную зону;
- устойчивость зданий и сооружений при пожаре в течение времени, обеспечивающего безопасное пребывание людей в зонах безопасности,

устраиваемых в зданиях и сооружениях в случаях, когда эвакуация людей из зданий и сооружений невозможна до наступления предельно допустимых значений ОФП:

$$t_{\text{огн}} > t_{\text{эв}};$$

$$t_{\text{огн}} > t_{\text{зп}}.$$

Здесь  $t_{\text{огн}}$  — время сохранения устойчивости зданий и сооружений при пожаре (предел огнестойкости), с;  $t_{\text{эв}}$  — расчетное время эвакуации людей при пожаре, с;  $t$  — время безопасного пребывания людей в зоне безопасности.

В дополнение к этому повышение огнестойкости зданий и сооружений направлено на их защиту от разрушения при пожаре, и по усмотрению собственников зданий и сооружений предпринимаются меры, направленные на обеспечение пожарной безопасности.

*Обеспечение успешного тушения пожара пожарными подразделениями.* Пожар должен быть ликвидирован до уничтожения всего здания (сооружения), в котором он возник, при наличии всех условий, обеспечивающих его успешное тушение:

$$t_{\text{пож}} > t_{\text{туш}}$$

где  $t_{\text{пож}}$  — продолжительность пожара, с;  $t_{\text{туш}}$  — время тушения пожара, с.

*Оценка и управление пожарными рисками.* Оценку пожарных рисков осуществляют с помощью расчетов динамики ОФП по нормативно установленным методикам [21, 22]. При этом определяют ОФП, которые представляют угрозу причинения вреда людям, имуществу и окружающей среде, и необходимое время эффективного реагирования на негативные воздействия ОФП:

$$t_{\text{угр}} > t_{\text{эр}},$$

где  $t_{\text{угр}}$  — продолжительность негативного воздействия опасных факторов пожара, с, представляющих угрозу причинения вреда людям, имуществу и окружающей среде, с;  $t_{\text{эр}}$  — необходимое время эффективного реагирования на

негативные воздействия ОФП, представляющих угрозу причинения вреда людям, имуществу и окружающей среде, с.

При несоблюдении указанных условий прямой причинно-следственной связи между невыполнением требований пожарной безопасности и наступившими последствиями не имеется.

Обязательные меры реагирования на негативные воздействия ОФП принимают, если они [132]:

- представляют угрозу причинения вреда;
  - людям;
  - чужому имуществу;
  - окружающей среде,
- превышают пределы допустимых рисков, установленных действующим законодательством.

При этом при квалификации нарушений требований возможны ситуации, в которых координаты очага пожара и вида горючей нагрузки будут влиять на эффективность мер пожарной безопасности, связанных причинно-следственно с причинением вреда. Поэтому при анализе соответствия системы предотвращения пожара и противопожарной защиты требованиям пожарной безопасности в условиях отсутствия следов, уничтоженных пожаром, обеспечивают надежную информационную поддержку, позволяющую ЛПР устанавливать адекватную квалификацию нарушений требований пожарной безопасности.

Таким образом, ожидаемый результат информационно-аналитической поддержки при расследовании пожаров на первоначальном этапе достигнут, поскольку возможности ЛПР по принятию единственно правильного доброкачественного решения на основании категорического вывода эксперта могут быть реализованы с учетом использования (рисунок 3.3):

- метода ретроспективной оценки;

- выбора альтернативных решений по очагу и причине пожара с учетом времени, отводимого законодательством на производство экспертиз и расследование пожара.

Предлагаемая схема информационно-аналитической поддержки позволит снизить степень информационной неопределенности и повысить достоверность решений ЛПР.

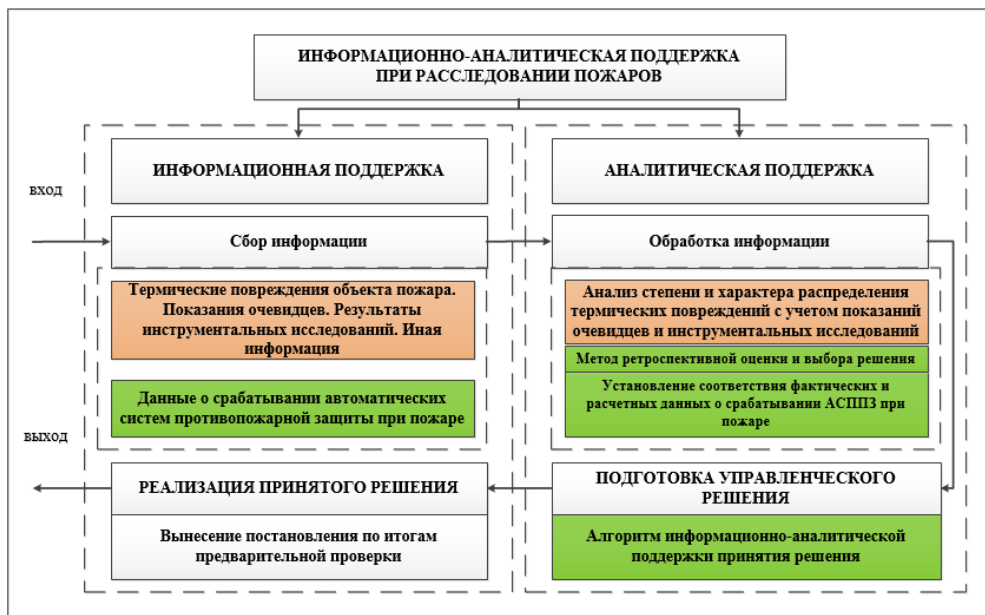
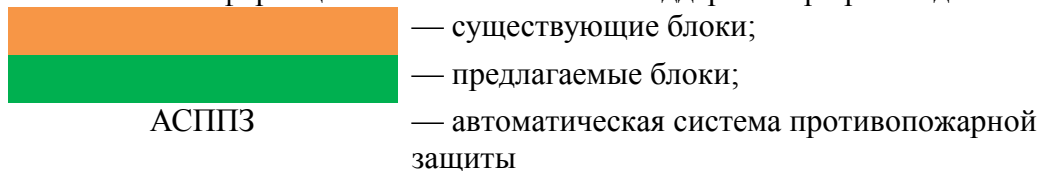


Рисунок 3.3 — Схема информационно-аналитической поддержки при расследовании пожаров:



Результаты применения информационно-аналитической поддержки оказывают влияние на устойчивость модели принятия решений при расследовании пожаров (рисунок 3.4.) (приложение Г).

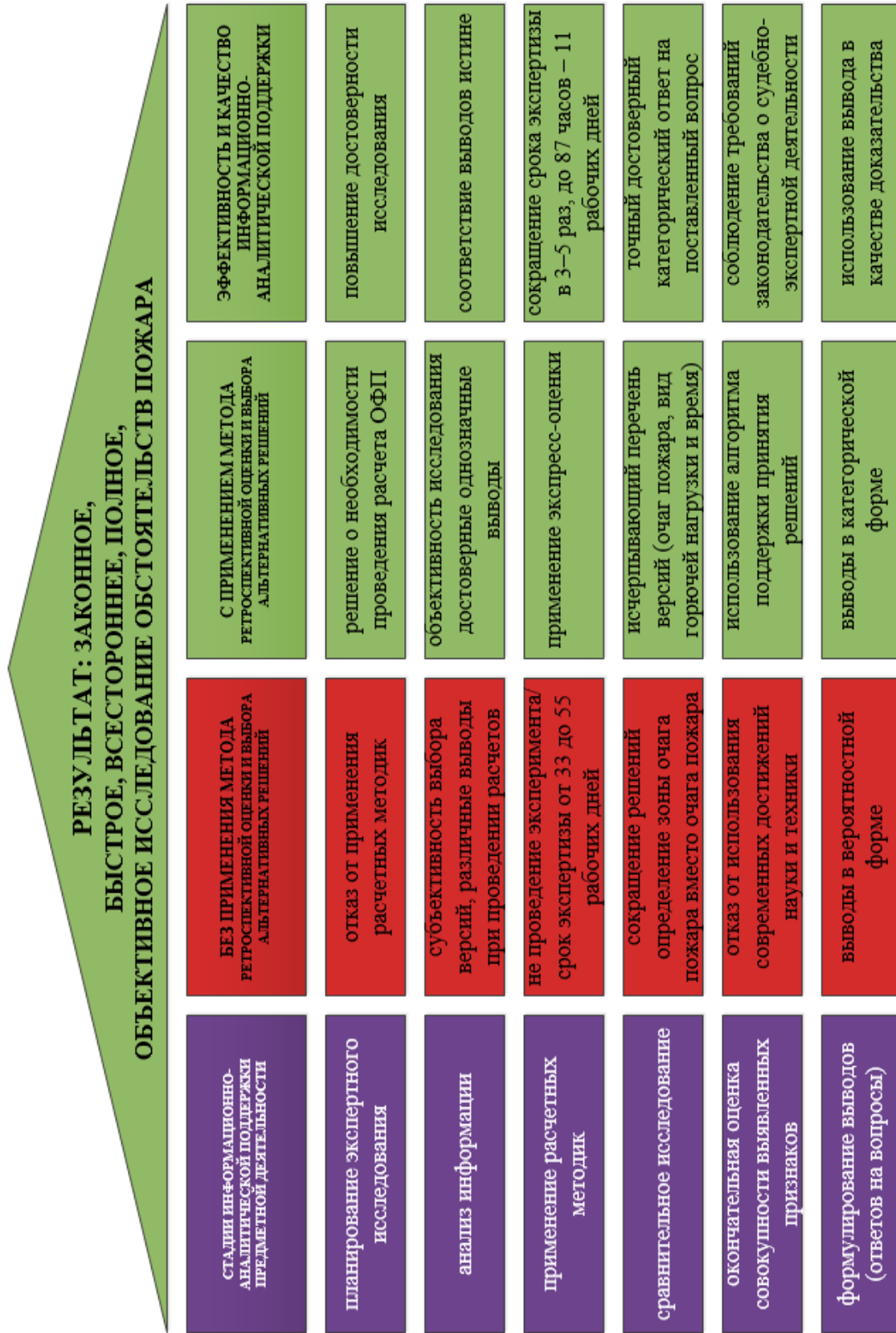


Рисунок 3.4 — Результаты информационно-аналитической поддержки принятия решений с применением разработанного метода и алгоритма

Эффективность и качество принятия решений с применением разработанного метода и алгоритма заключается в получении целевого результата первоначального этапа расследования пожаров, который учитывает совокупность законного, быстрого, всестороннего, полного, объективного исследования обстоятельств пожара. Таким образом, эффективность и качество расследования выражают степень решения задач и уровень достижения целей расследования. Эффективность проявляется по отношению к служебным затратам на расследование, а качество — по отношению к предъявляемым требованиям.

### **3.2 Разработка и применение компьютерной программы для информационно-аналитической поддержки принятия решений на первоначальном этапе расследования пожаров**

С целью решения задачи удовлетворения информационных потребностей при расследовании и экспертизе пожаров необходимо создание специализированной компьютерной программы для информационно-аналитической поддержки принятия управленческих решений дознавателями органов ГПН ФПС. Специализация заключается в организации характерных для области расследования и экспертизы пожаров интерфейса для дознавателя и эксперта. Компьютерная программа предназначена для аналитической обработки и представлению данных о фактическом срабатывании ДТПИ при пожаре, а также расчетному моделированию достижения пороговых значений оптической плотности дыма при пожаре, с использованием экспресс-оценки.

Разработанную компьютерную программу (в системе MATLAB) можно использовать дознавателем или специалистом при проведении предварительной проверки сообщения о пожаре, а также пожарно-техническим экспертом при производстве судебной пожарно-технической экспертизы и определения времени



возникновения пожара, места расположения очага пожара и вида горючей нагрузки.

### 3.2.1 Использование компьютерной программы «Реконструкция развития пожара» для расчета по экспресс-формулам

После установки программы «Реконструкция развития пожара» на компьютер пользователя она появится в списке установленных программ. Пример ввода данных и расчета с использованием этой программы представлены на рисунке 3.5.

The screenshot shows a window titled 'Fire\_investigation' with the following fields and controls:

- Фактические данные**
  - Номера ПИ: 1 2 3 4 5
  - Время срабатывания между ПИ, с: 0 7 6 5 5
- Расчётные данные**
  - Расстояние от очага пожара i-го ПИ, м: 2 6 10 14 18
- Характеристики**
  - Площадь помещения, м2: 200
  - Инерционность ПИ, с: 0
  - Высота помещения, м: 10
  - Плоскость горения, м: 1.5
- Уменьшить лин. скор. плам.**:  в 2 раза
- Вид пожарной нагрузки**: Радиоматериалы: п... (dropdown menu)
- Построить графики** (button)

Рисунок 3.5 — Пример ввода данных и расчета для помещения площадью  $200 \text{ м}^2$  и высотой 10 м

Использование компьютерной программы «Реконструкция развития пожара» для расчета по экспресс-формулам позволяет дополнительно упростить расчеты и сократить время расчетов до 1–2 минут. Пример вывода результатов по подбору расположения очага пожара и вида горючей нагрузки представлен на рисунке 3.6.

Так, расчеты с использованием персональных компьютеров могут производить практические работники, не имеющие высшего пожарно-

технического образования, поскольку алгоритм принятия решения зависит от наиболее близкого соотношения расчетных кривых оптической плотности дыма на графике по отношению к фактической кривой оптической плотности дыма (кривая красного цвета на рисунке 3.6).

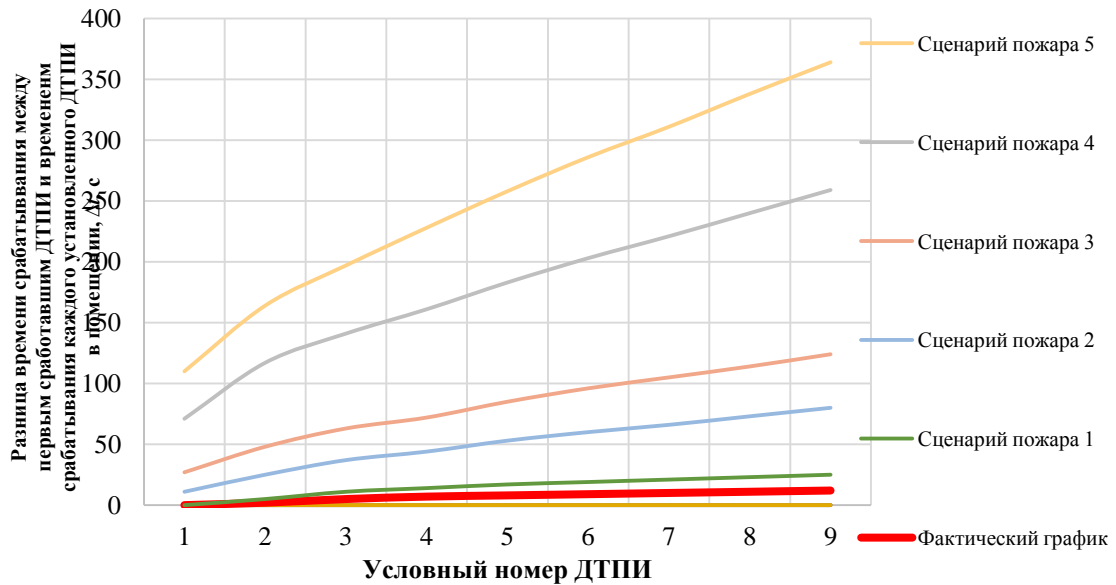


Рисунок 3.6 — Пример вывода результатов по подбору расположения очага пожара и виду горючей нагрузки



Рисунок 3.7 — Схема применения разработанной компьютерной программы

При участии дознавателя органов ГПН ФПС в качестве специалиста при проведении предварительной проверки по делу о пожаре применение информационной модели пространственной связи очага пожара и вида горючего материала с временем наступления пороговых значений оптической плотности дыма, контролируемых извещателями пожарной автоматики ДТПИ по схеме (рисунок 3.7) позволяет предварительно без назначения и проведения судебной пожарно-технической экспертизы оценить вид горючей нагрузки, а также расположение очага пожара в помещении.

Таким образом, на этапе предварительной проверки, возможно, выявить признаки поджога, своевременно начать проведение оперативно-розыскных мероприятий и раскрыть преступление. Для применения данной схемы и получения предварительных данных о виде горючей нагрузки и расположении очага пожара в помещении необходимо не более одного дня вместо двадцати дней на производство судебной пожарно-технической экспертизы. При этом результаты применения разработанной программы могут использоваться для обоснования выводов только в комплексе с имеющимися в материалах дела другими данными, относительно обстоятельств возникновения и распространения пожара.

### **3.3 Корректировка документа «Методология судебной пожарно-технической экспертизы. Основные принципы»**

Документ «Методология судебной пожарно-технической экспертизы. Основные принципы» [108] (далее — Методология) подготовлен Исследовательским центром экспертизы пожаров ФГБУ ВНИИПО МЧС России и Департаментом надзорной деятельности МЧС России. В Методологии рассматриваются основные принципы, на которых базируется современная судебная пожарно-техническая экспертиза. Методология утверждена главным государственным инспектором Российской Федерации по пожарному надзору

Г.Н. Кирилловым 11 января 2013 г., согласована ФГКУ ЭКЦ МВД России 14 декабря 2012 г. и Департаментом надзорной деятельности МЧС России 24 декабря 2012 г.

Исследуемый документ имеет следующие разделы.

1. Установление очага пожара.
2. Развитие горения во времени и пространстве.
3. Установление причины пожара.
4. Анализ нарушений требований в области пожарной безопасности и их причинной связи с возникновением, развитием и последствиями пожара (случившегося или потенциально возможного).
5. Исследование места пожара.
6. Визуальное и инструментальное исследование объектов, изъятых с мест пожаров, и образцов сравнения.
7. Фото- и видеосъемка.
8. Экспертные эксперименты.
9. Выводы по результатам исследований.
10. Внесение изменений в установленный порядок действий.
11. Материалы, используемые в работе.
12. Иллюстрация хода и результатов исследования.
13. Дополнительные сферы применения методологии.

При этом в разделах Методологии, посвященных установлению очага и реконструкции развития горения во времени и пространстве не предусмотрено использование экспертом данных о динамике срабатывания при пожаре средств автоматической противопожарной защиты и компьютерного моделирования динамики опасных факторов пожара.

Такое положение приводит к тому, что пожарно-технические эксперты не проверяют достоверность сделанных выводов о расположении очага пожара, причины пожара, а также о квалификации нарушений требований пожарной безопасности. В этой связи допускаемые экспертами ошибки своевременно не могут быть обнаружены и исправлены. Такое положение не соответствует

принципам всесторонности и полноты исследований, проводимых с использованием современных достижений науки и техники при судебно-экспертной деятельности (ст. 4 Федерального закона от 31 мая 2001 г. № 73-ФЗ «О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации»).

Для решения данной проблемы предлагаем изменения и дополнения в Методологию. Цель корректировки — актуализация Методологии, приведение принципов, в ней изложенных в соответствие с требованиями федерального законодательства, определенными федеральным законом от 31 мая 2001 г. № 73-ФЗ «О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации».

Ниже приведены предложения по корректировке и дополнению действующей Методологии, подготовленные по результатам проведенной настоящей исследовательской работы.

В части «1. Установление очага пожара» Методологию следует дополнить формулировкой в следующей редакции:

*п.4.2 Основные группы информации, используемые при установлении очага пожара:*

- *результаты компьютерного моделирования пожара;*
- *данные по срабатыванию средств противопожарной защиты.*

*п.4.5 В качестве вспомогательного метода при дифференциации очага пожара и очагов горения могут использоваться данные о динамике срабатывания системы адресной или адресно-аналоговой пожарной сигнализации.*

*п.4.9 К вспомогательным методам определения очага пожара относятся, в частности, фиксация локализации (распределения по месту пожара) признаков аварийных режимов в электросетях; фиксация остаточных температурных зон на теплоёмких строительных конструкциях; данные о срабатывании средств противопожарной защиты.*

В части «2. Развитие горения во времени и пространстве» Методологию следует дополнить формулировкой в следующей редакции:

*Реконструкция пожара, по возможности, должна строиться на результатах применения расчетных методик с применением компьютерного моделирования. Например, реконструкция процесса возникновения и распространения пожара возможна на основе соотношения расчетных данных времени достижения оптической плотности дыма,*

полученных с помощью полевой математической модели и фактических данных времени срабатывания адресных дымовых пожарных извещателей.

Предложенные изменения и дополнения в Методологию на основе расчетных методик позволят соотносить полученные результаты моделирования динамики опасных факторов пожара с точно установленными данными и учитывать существенные изменения результатов расчетов при вариации входных параметров. Это особенно важно при проведении пожарно-технических экспертиз, поскольку для них характерна неполнота данных о горючей нагрузке, возможных источниках зажигания и условиях их взаимодействия.

### **3.4 Оценка социального эффекта применения информационно-аналитической поддержки принятия решений на первоначальном этапе расследования пожаров**

Для оценки социального эффекта метода выбора и оценки альтернатив при расследовании пожаров и алгоритма информационно-аналитической поддержки принятия решений дознавателями органов ГПН ФПС в части сокращения срока проведения экспертиз проведен компьютерный эксперимент с расчетом времени срабатывания ДТПИ при пожаре по двум вариантам:

1) по существующему алгоритму применения расчетных моделей для реконструкции процесса возникновения и распространения пожара по полевой математической модели расчета газообмена в здании, при пожаре с помощью программного комплекса «Фогард – НВ (полевая модель)»;

2) по разработанному алгоритму применения расчетных моделей для реконструкции процесса возникновения и распространения пожара на основе экспресс-оценки процесса возникновения и распространения пожара;

*Исходные данные.* Пожар в помещении размерами 400 м<sup>2</sup> и высотой 6 м (рисунок 3.8), очаговая зона пожара расположена под ДТПИ в углу помещения,

ДТПИ расположены под перекрытием (рисунки 3.9, 3.10). Время срабатывания первого обнаружившего пожар ДТПИ 12:00:00.

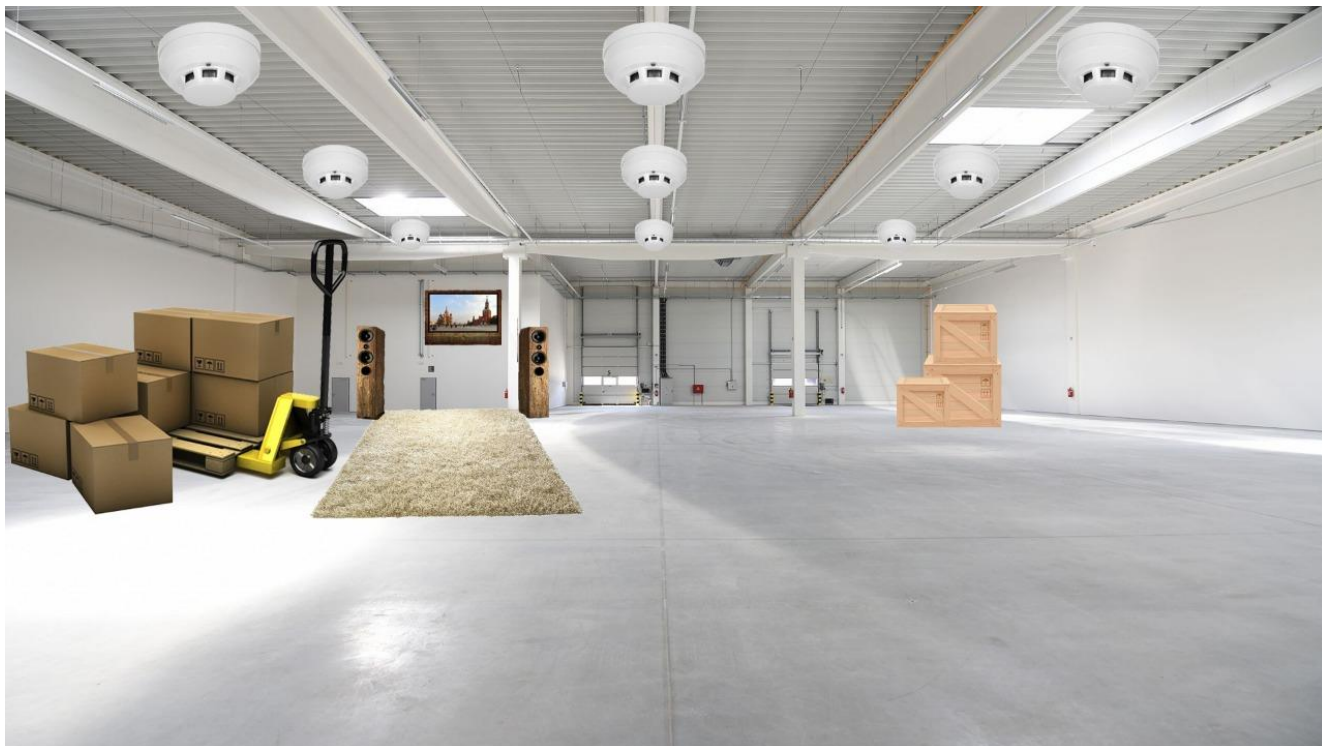


Рисунок 3.8 — Помещение очага пожара

Чувствительность пожарного извещателя: 0,2 дБ/м;

Горючая нагрузка в очаговой зоне пожара:

- 1) «Радиоматериалы: поли- (этилен + стирол + пропилен) гетинакс»;
- 2) «Резинотехнические изделия; резина, изделия из нее»;
- 3) «Склад бумаги в рулонах»;
- 4) «Упаковка: бумага + картон + поли- (этилен + стирол) (0,4 + 0,3 + 0,15 + 0,15)».

*Задача.* Провести реконструкцию процесса возникновения и распространения пожара:

- установить время начала пожара и вид пожарной нагрузки в начальной стадии данного пожара;
- провести сравнительную оценку служебного времени требующемуся на проведение данной работы по выбранным вариантам.

*Решение.* Для решения задачи сравнить фактическое время срабатывания ДТПИ при пожаре, установленных в помещении очага пожара (по данным автоматизированного рабочего места оператора АПС) с расчетным временем срабатывания ДТПИ при пожаре с помощью полевого метода моделирования (приложение Б).

База данных типовой горючей нагрузки принята по [48].

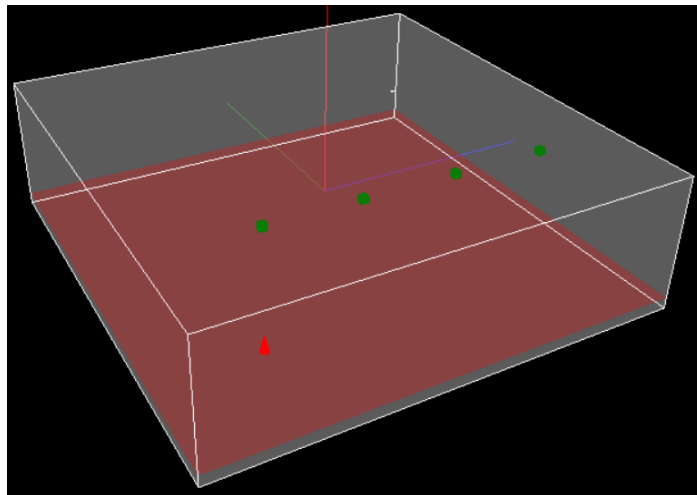


Рисунок 3.9 — 3D-модель помещения очага пожара

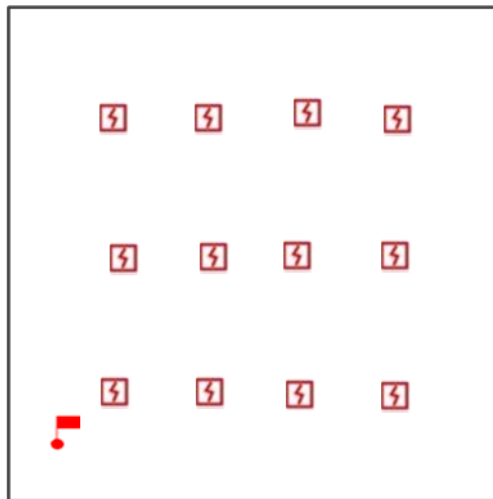




Рисунок 3.10 — Размещение очага пожара и ДТПИ в помещении с различной пожарной нагрузкой:

-  — очаг пожара;
-  — дымовые точечные пожарные извещатели

*Первый вариант расчета.* Горючая нагрузка «Радиоматериалы: поли(этилен + стирол + пропилен) гетинакс»:

- расстояние от очага пожара до первого ДТПИ 4,5 м;



– высота плоскости пожара 2 м.

Вид помещения очага пожара и схема помещения численного эксперимента представлены на рисунках 3.11 и 3.12.

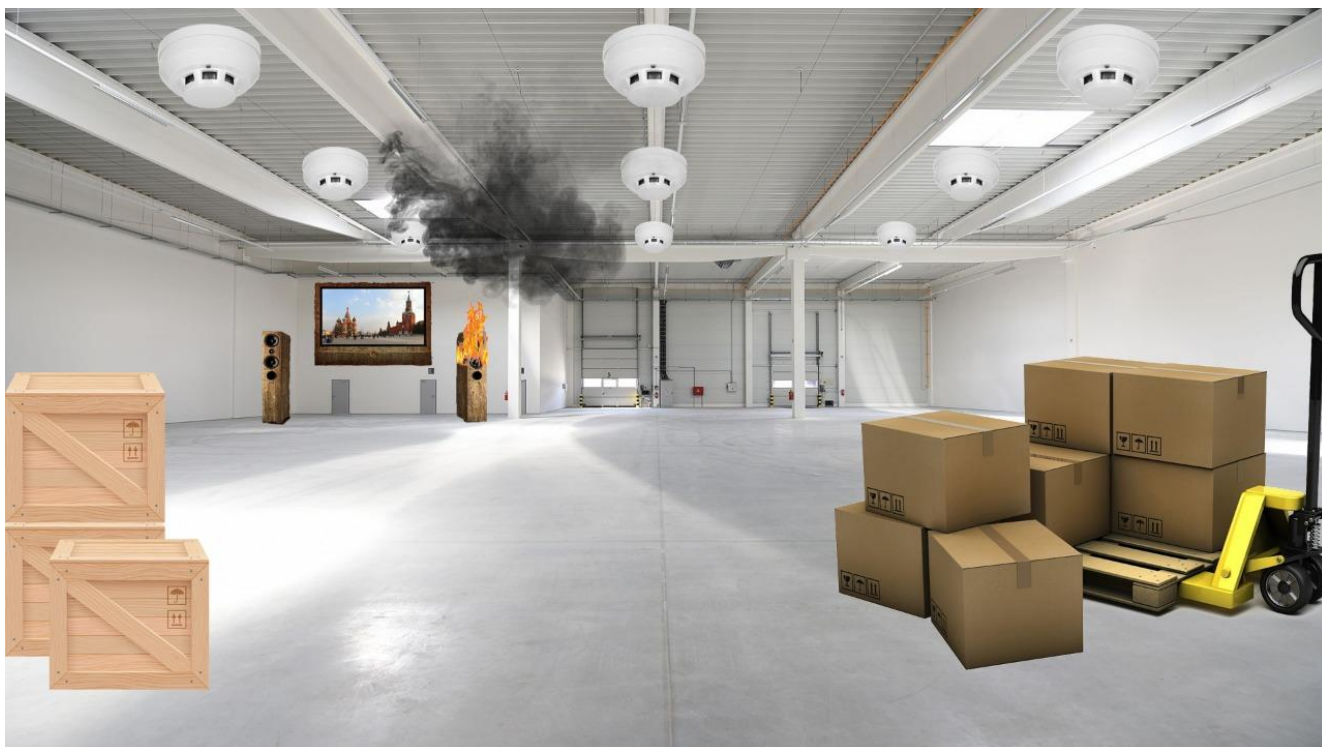
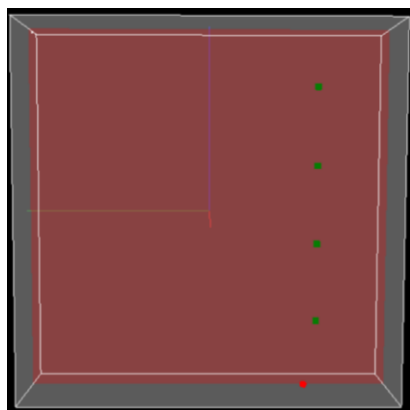
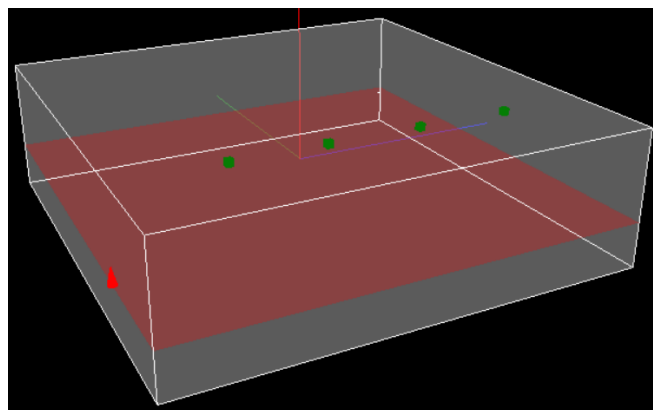


Рисунок 3.11 — Вид помещения численного эксперимента (начало пожара, горячая нагрузка «Радиоматериалы: поли- (этилен + стирол + пропилен) гетинакс»)



*a*



*б*

Рисунок 3.12 — Схема помещения численного эксперимента (начало пожара, горячая нагрузка «Радиоматериалы: поли- (этилен + стирол + пропилен) гетинакс»):

*a* — вид сверху; *б* — 3D-вид

*Второй вариант расчета.* Горячая нагрузка «Резинотехнические изделия; резина, изделия из нее»:

- расстояние от очага пожара до первого ДТПИ 4 м;
- высота плоскости пожара 5 м.

Вид помещения очага пожара и схема помещения численного эксперимента представлены на рисунках 3.13 и 3.14.

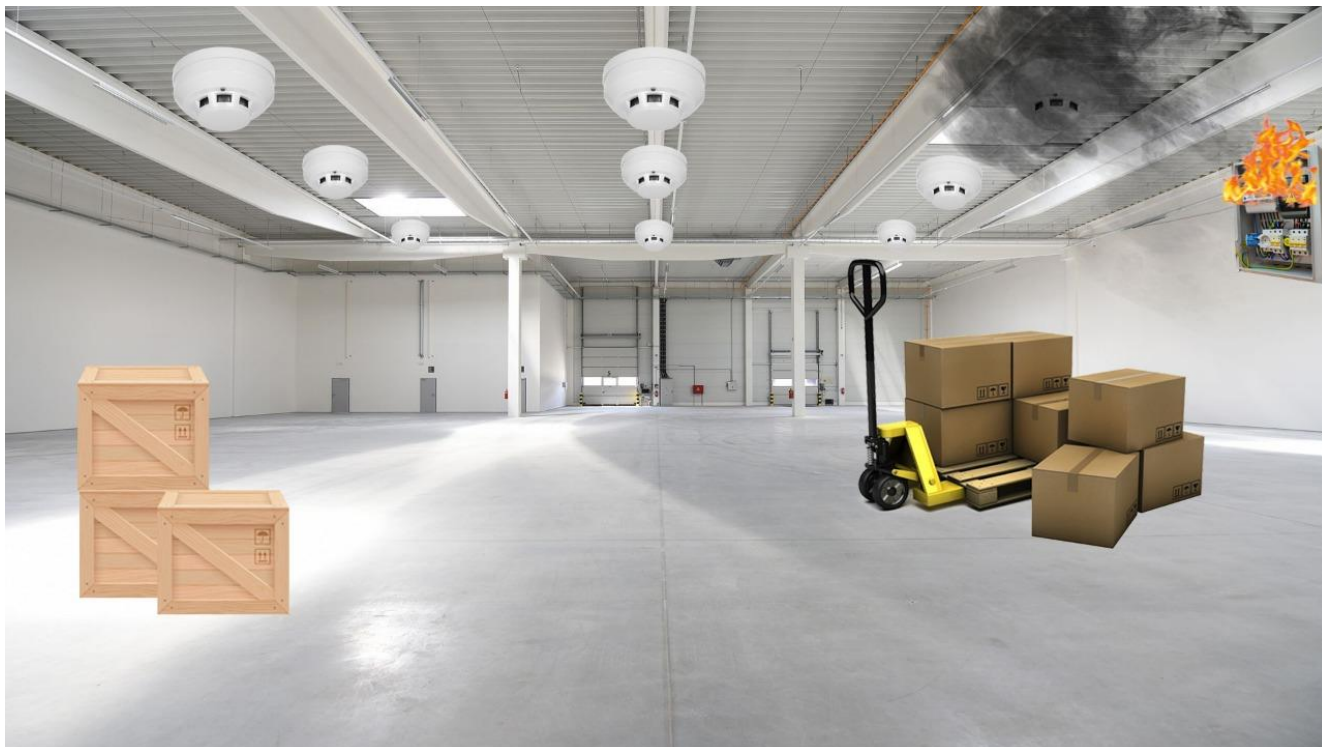
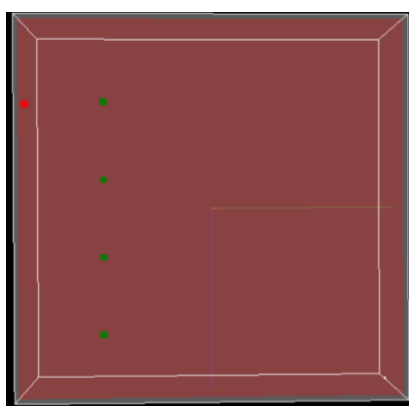
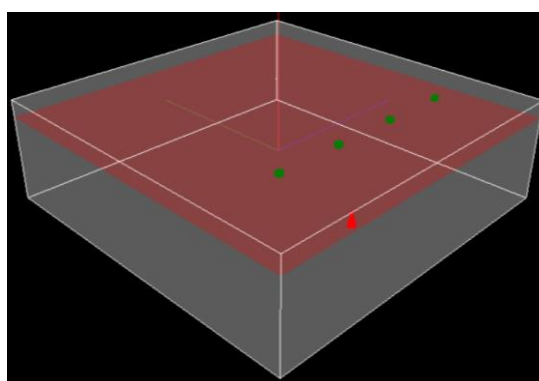


Рисунок 3.13 — Вид помещения численного эксперимента (начало пожара, горячая нагрузка «Резинотехнические изделия; резина, изделия из нее»)



*a*



*б*

Рисунок 3.14 — Схема помещения численного эксперимента (начало пожара, горячая нагрузка «Резинотехнические изделия; резина, изделия из нее»):

*a* — вид сверху; *б* — 3D-вид

*Третий вариант расчета.* Горячая нагрузка «Склад бумаги в рулонах»:

- расстояние от очага пожара до первого ДТПИ 6 м;

– высота плоскости пожара — 0 м.

Вид помещения очага пожара и схема помещения численного эксперимента представлены на рисунках 3.15 и 3.16.

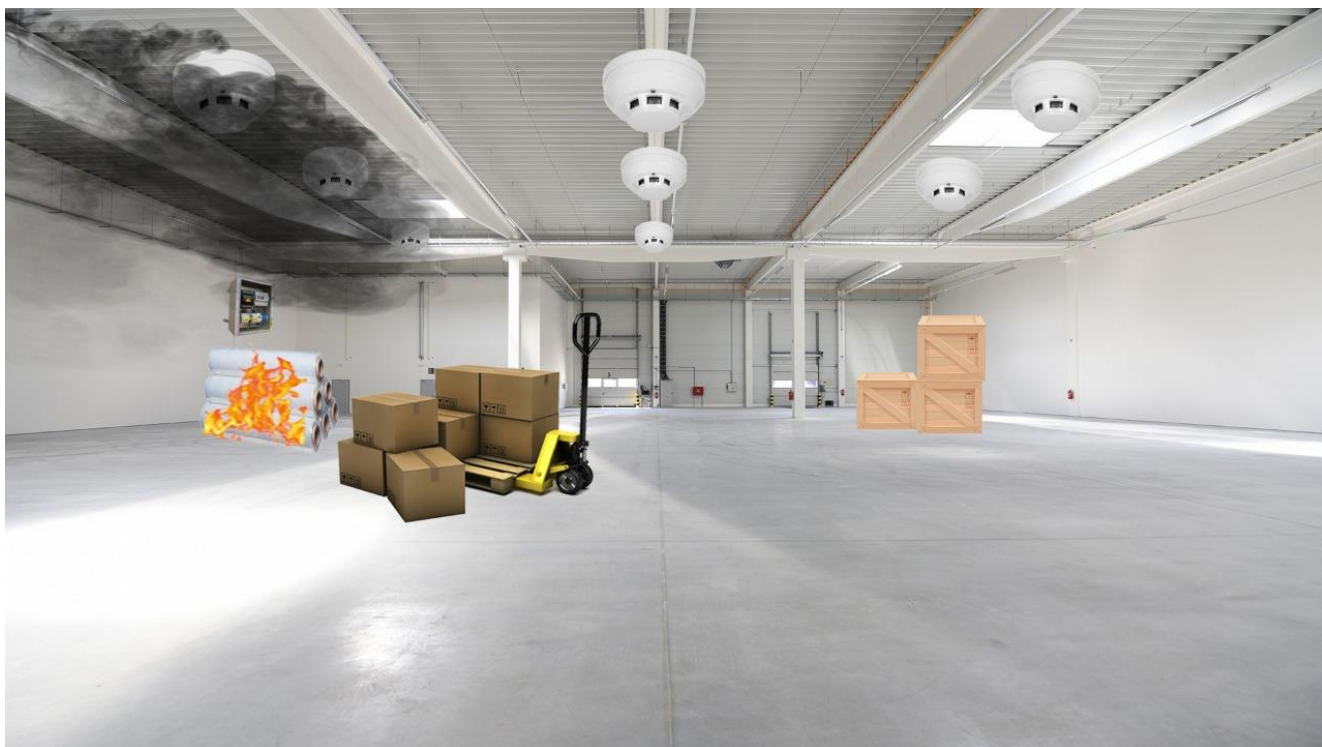
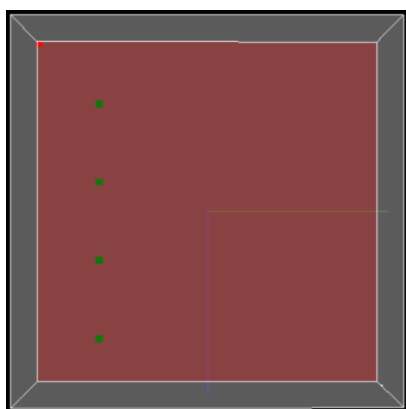
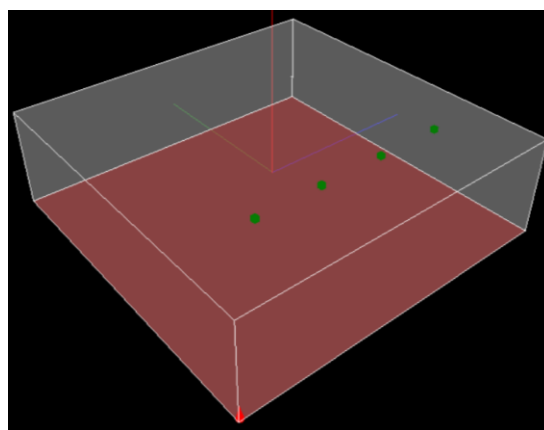


Рисунок 3.15 — Вид помещения численного эксперимента (начало пожара, горячая нагрузка «Склад бумаги в рулонах»)



*a*



*б*

Рисунок 3.16 — Схема помещения численного эксперимента (начало пожара, горячая нагрузка «Склад бумаги в рулонах»):  
*a* — вид сверху; *б* — 3D-вид

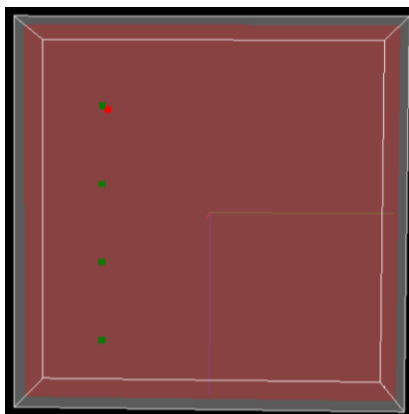
*Четвертый вариант расчета.* Горячая нагрузка «Упаковка: бумага + картон + поли- (этилен + стирол) (0,4 + 0,3 + 0,15 + 0,15)»:

- расстояние от очага пожара до первого ДТПИ — 0 м;
- высота плоскости пожара 4 м.

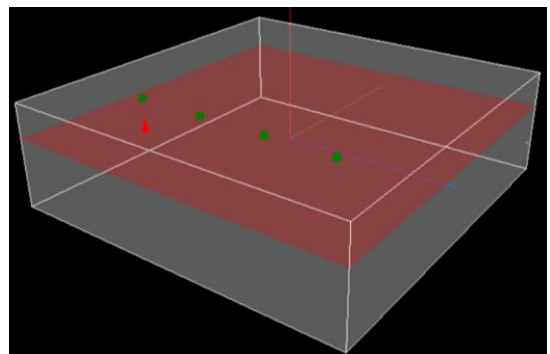
Вид помещения очага пожара и схема помещения численного эксперимента представлены на рисунках 3.17 и 3.18.



Рисунок 3.17 — Вид помещения численного эксперимента (начало пожара, горячая нагрузка «Упаковка: бумага + картон + поли- (этилен + стирол) (0,4 + 0,3 + 0,15 + 0,15)»)



*a*



*б*

Рисунок 3.18 — Схема помещения численного эксперимента (начало пожара, горячая нагрузка «Упаковка: бумага + картон + поли- (этилен + стирол) (0,4 + 0,3 + 0,15 + 0,15)»):  
*a* — вид сверху; *б* — 3D-вид

Результаты сравнения фактического и расчетного времени срабатывания ДТПИ при пожаре, при расположении очага пожара в углу помещения с различными видами типовой пожарной нагрузки представлены на рисунке 3.19

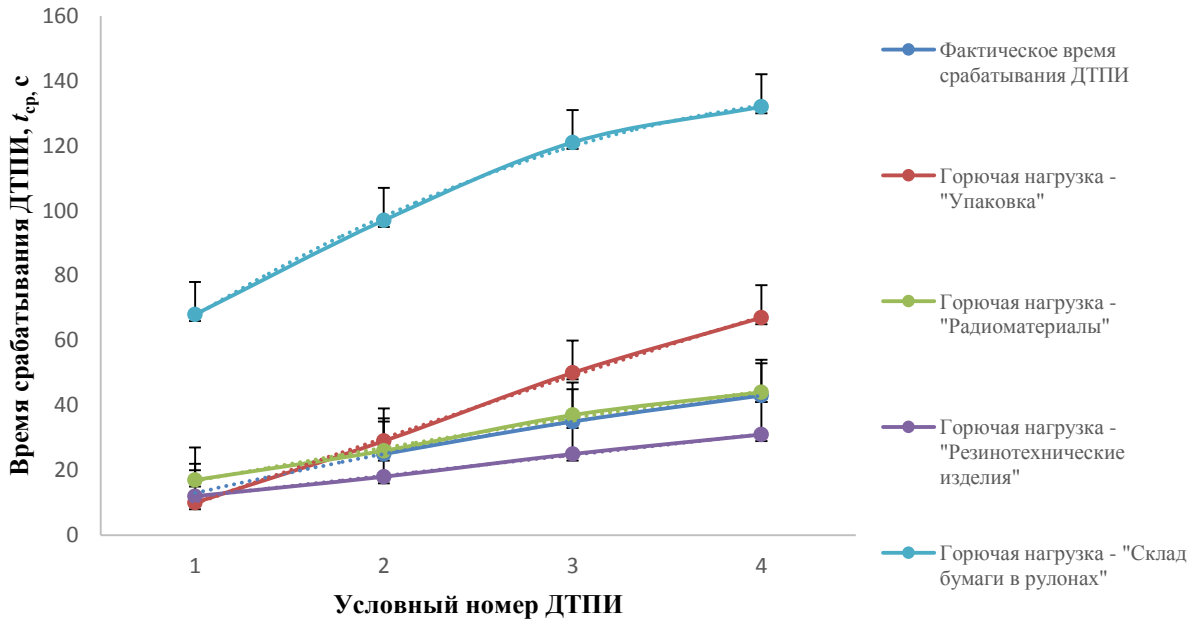


Рисунок 3.19 — Общий сравнительный график времени срабатывания ДТПИ при пожаре

В данном случае расчетный график срабатывания ДТПИ при пожаре с горючей нагрузкой «Радиоматериалы» (см. рисунок 3.19) наиболее близок к фактической динамике срабатывания ДТПИ при пожаре, что позволяет сделать вывод о том, что ДТПИ обнаружил пожар спустя около 17 с после начала пожара, то есть пожар возник в 11:59:43. Фактическим видом пожарной нагрузки в установленном очаге данного пожара на начальной стадии была горючая нагрузка «Радиоматериалы».

Результаты сравнения времени проведенных расчетов с помощью полевого метода моделирования динамики ОФП и экспресс-оценки приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 — Результаты сравнения времени проведенных расчетов с помощью полевой дифференциальной модели и экспресс-оценки

Номер п/п	Определение расчетного времени срабатывания ДТПИ при пожаре	Время для проведения расчета с помощью полевого метода моделирования, ч	Время для проведения расчета с помощью экспресс-оценки, ч	Эффект снижения срока проведения экспертизы, раз
1	«Радиоматериалы: поли-(этилен + стирол + пропил) гетинакс»	27	0,08	<b>324</b>
2	«Резинотехнические изделия; резина, изделия из нее»	26	0,08	<b>312</b>
3	Склад бумаги в рулонах	28	0,08	<b>336</b>
4	«Упаковка: бумага + картон + поли- (этилен + стирол) (0,4 + 0,3 + 0,15 + 0,15)»	24	0,08	<b>288</b>

Таким образом, в данном случае эффективность применения разработанного алгоритма поддержки принятия управленческих решений с использованием экспресс-оценки времени срабатывания ДТПИ в части сокращения срока проведения экспертиз составляет 288–336 раз.

Кроме того, экспертная оценка пользователей программы расчета ОФП «Фогард – НВ (полевая модель)» показала, что на проведение одного расчета ОФП по полевой модели для помещений торгового, складского и производственного назначения и площадью от 100 м<sup>2</sup> и более, в среднем составляет 87 ч.

При судебной пожарно-технической экспертизе экспертами в среднем рассматривается 3–5 типовых версий возникновения и распространения пожара, в случае применения полевой дифференциальной модели для анализа такого количества версий потребуется от 261 до 435 часов рабочего времени, что составляет от 33 до 55 рабочих дней.

Применение предлагаемого алгоритма позволяет сократить количество анализируемых версий при экспертизе пожара, требующей расчета ОФП с помощью полевой дифференциальной модели до одной.

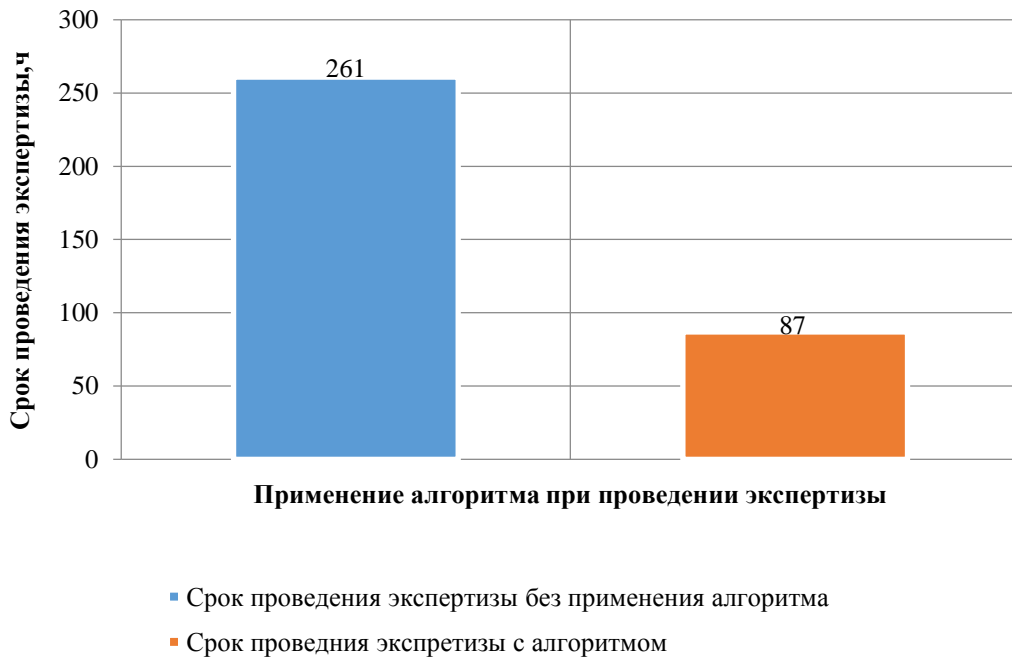


Рисунок 3.20 — Социальный эффект применения информационно-аналитической поддержки принятия управленческих решений дознавателями органов ГПН ФПС

Таким образом, социальный эффект от применения информационно-аналитической поддержки принятия решений на первоначальном этапе расследования пожаров заключается в сокращении срока проведения экспертиз в 3–5 раз, что снижает возможность нарушения сроков принятия решений, и существенно повысит гарантии обеспечения прав и законных интересов участников судопроизводства.

### **3.5 Оценка экономического эффекта применения информационно-аналитической поддержки принятия решений на первоначальном этапе расследования пожаров**

В данной исследовательской работе целесообразно провести анализ стоимости экспертизы, т. е. обоснование цены производства судебной экспертизы

В качестве основы для расчета размера оплаты используется приказ Минюста России от 27.12.2016 № 254/1-1 «Об установлении стоимости

экспертного часа и утверждении прејскуранта на оказание платных услуг при производстве судебных экспертиз по гражданским и арбитражным делам, делам об административных правонарушениях, а также при производстве на договорной основе экспертных исследований для граждан и юридических лиц на 2017 год» (вместе с «Прејскурантом на оказание платных услуг по производству судебных экспертиз и экспертных исследований в РФЦСЭ при Минюсте России»).

Указанным документом установлена стоимость экспертного часа при производстве судебных экспертиз по гражданским и арбитражным делам, делам об административных правонарушениях, а также при производстве на договорной основе экспертных исследований для граждан и юридических лиц в размере 1167,7 руб. (в том числе НДС), а также с учетом категории экспертизы и затраченных на производство экспертизы часов. В итоге стоимость конкретного экспертного исследования для граждан и юридических лиц определяется договором. Для проведения одного расчета динамики ОФП и времени срабатывания ДТПИ при пожаре по полевой модели для помещений торгового, складского и производственного назначения и площадью от 100 м<sup>2</sup> и более в среднем составляет 87 часов.

*Оценка экономического эффекта применения информационно-аналитической поддержки принятия управленческих решений дознавателями органов ГПН ФПС на первоначальном этапе расследования пожаров.* Стоимость экспертного часа при производстве судебных экспертиз, а также при производстве на договорной основе экспертных исследований для граждан и юридических лиц составляет 1167,7 руб. (приказ Минюста России от 27 декабря 2016 № 254/1-1).

В случае анализа одной версии возникновения и распространения пожара и проведения одного расчета по полевой дифференциальной модели на проведение, которого необходимо около 87 часов стоимость экспертизы ( $C_1$ ) составит:

$$C_1 = N \times C_3 = 87 \times 1167,7 = 101589,9 \text{ руб.},$$

где  $N$  — количество часов для проведения одного расчета по одной версии, ч;  
 $C_3$  — стоимость экспертного часа при производстве судебных экспертиз, руб.



В случае анализа пяти версий возникновения и распространения пожара и проведения одного расчета по полевой дифференциальной модели стоимость экспертизы  $C_5$  составит 507 949,5 руб.

Экономический эффект от внедрения разработанного алгоритма составит:

$$\mathcal{E} = C_7 - C_1 = 507949,5 - 101589,9 = 406359,6 \text{ руб.}$$

Таким образом, экономический эффект от внедрения от применения информационно-аналитической поддержки принятия управленческих решений дознавателями органов ГПН ФПС на первоначальном этапе расследования пожаров, а для одной экспертизы составит 406 359,6 рублей.

### 3.6 Выводы по третьей главе

Динамика времени срабатывания ДТПИ при пожаре ОПД взаимосвязана с расположением очага пожара и видом горючей нагрузки в очаге, а достоверное установление места первоначального возникновения пожара, вид горючей нагрузки в очаге пожара позволит достоверно определить время наступления предельно допустимых значений ОФП. Достоверная динамика ОФП позволит определить характер связи между элементами системы обеспечения пожарной безопасности и наличие или отсутствие прямой причинно-следственной связи нарушений требования пожарной безопасности и общественно опасных последствий пожара.

Предложенная корректировка существующих методов поддержки принятия решений на первоначальном этапе расследования пожаров, с учетом времени срабатывания ДТПИ позволит учитывать динамику опасных факторов при установлении места первоначального возникновения пожара, вид горючей нагрузки в очаге, а также время начала пожара.

В настоящее время при судебной пожарно-технической экспертизе экспертами в среднем рассматривается 3–5 типовых версий возникновения и распространения пожара, в случае применения полевой дифференциальной модели для анализа такого количества версий потребуется от 261 до 435 часов рабочего времени, что составляет от 33 до 55 рабочих дней.

Применение предлагаемого алгоритма позволяет сократить количество анализируемых версий при экспертизе пожара, требующей расчета ОФП с помощью полевой дифференциальной модели до одной. Таким образом, социальный эффект представляет собой сокращение срока проведения экспертизы, в части расчета оптической плотности дыма в 5–7 раз, до 87 часов — 11 рабочих дней.

Экономический эффект от внедрения от применения информационно-аналитической поддержки принятия управленческих решений дознавателями

органов ГПН ФПС на первоначальном этапе расследования пожаров, а для одной экспертизы составит 406 359,6 рублей.

Применение разработанного алгоритма позволяет сократить время расчетов по математической полевой модели в 3–5 раз, что составит 87 часов вместо от 461 до 435 рабочих часа.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В результате диссертационного исследования и разработки информационно-аналитической поддержки принятия решений деятельность по расследованию пожара будет осуществляться в условиях определенности даже в случае уничтожения пожаром материальных следов происшествия. Устойчивость модели принятия решений с учетом ограничения по времени позволяет принять категорические решения в обязательном порядке с учетом экспресс-оценки альтернативных решений.

2. Пространственно-временная модель позволяет ЛПР установить причинно-следственные связи между нарушениями требований пожарной безопасности и наступившими опасными последствиями, поэтому квалификация нарушений требований пожарной безопасности адекватна природе связанных между собой событий и обстоятельств: возникновения очага в пространстве и причины пожара во времени события по условию достоверности.

3. Снижение степени информационной неопределенности на первоначальном этапе расследования пожаров может быть достигнуто применением метода ретроспективной оценки и выбора альтернативных решений по очагу и причине пожара, основанного на ретроспективном сравнении фактических значений мониторинга ОПД при пожаре с ее расчетными значениями, полученными путем численного эксперимента при реконструкции пожара.

4. В целях повышения эффективности и качества управления деятельностью по расследованию пожаров разработан алгоритм информационно-аналитической поддержки принятия решений на первоначальном этапе расследования пожаров.

В результате применения разработанного алгоритма повышается достоверность исследования за счет снижения субъективности при выборе наиболее вероятных версий об обстоятельствах возникновения и развития

пожара. При этом все версии тщательно и всесторонне проверены с применением математического моделирования с помощью его информационного эквивалента — экспресс-оценкой, позволяющей вписаться ЛПР в отрезок времени, отводимый законодательством на расследование.

5. Все версии, кроме одной, будут опровергнуты фактическими результатами мониторинга среды на основе динамики ОПД при пожаре. Только одна версия получит подтверждение объективной действительности с полной несомненностью вполне достоверными доказательствами — природой явления, зафиксированной аппаратами мониторинга среды. Эта версия находится в полном соответствии со всеми обстоятельствами, полностью их объясняет и является единственно возможным выводом из всех обстоятельств.

Применение разработанного алгоритма позволяет сократить время принятия решения в 3–5 раз, что составит 87 часов вместо от 435 до 461 рабочих часов.

Устойчивая модель принятия решений ЛПР на достоверной основе с использованием разработанного метода и алгоритма позволяют на основе выявленных пространственно-временных связей очага пожара, вида горючей среды, динамики ОФП и времени срабатывания ДТПИ адекватно квалифицировать нарушения требований пожарной безопасности, находящихся в причинно-следственной связи с опасными последствиями пожара.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12.12.1993) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=2875&dst=100010&date=11.07.2020> (дата обращения 11.07.2020 г.)

2. Гражданский Кодекс Российской Федерации. Часть первая: Федеральный закон от 30.11.1994 № 51-ФЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=340325&dst=230&date=11.07.2020> (дата обращения 11.07.2020 г.)

3. Уголовный кодекс Российской Федерации: Федеральный закон от 13 июня 1996 г. № 63-ФЗ : принят Государственной Думой 24 мая 1996 г. : одобрен Советом Федерации 5 июня 1996 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=354576&dst=100013&date=11.07.2020/> (дата обращения 11.07.2020 г.)

4. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях: Федеральный закон от 30 дек. 2001 г. № 195-ФЗ : принят Государственной Думой 20 декабря 2001 г.: одобрен Советом Федерации 26 декабря 2001 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=355717&dst=100006%2C-1&date=11.07.2020> (дата обращения 11.07.2020 г.)

5. Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=341901&dst=393&date=11.07.2020> (дата обращения 11.07.2020 г.)

6. Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=325307&dst=100010&date=11.07.2020> (дата обращения 11.07.2020 г.)

7. Федеральный закон от 26 декабря 2008 г. № 294-ФЗ «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=342055&dst=100005&date=11.07.2020> (дата обращения 11.07.2020 г.)

8. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=314824&dst=102300&date=11.07.2020> (дата обращения 11.07.2020 г.)

9. Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=148719&dst=100009&date=11.07.2020> (дата обращения 11.07.2020 г.)

10. Федеральный закон от 29 декабря 2004 г. № 190-ФЗ (ред. от 27.12.2019 г.) «Градостроительный кодекс Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=351269&dst=2998%2C1&date=11.07.2020> (дата обращения 11.07.2020 г.)

11. Федеральный закон от 31 мая 2001 г. № 73-ФЗ «О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=330144&dst=100009&date=11.07.2020> (дата обращения 11.07.2020 г.)

12. Указ Президента Российской Федерации от 20 мая 2011 г. № 657 «О мониторинге правоприменения в Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=166289&dst=100009&date=11.07.2020> (дата обращения 11.07.2020 г.)

13. Указ. Президента РФ от 1 января 2018 г. № 2 «Об утверждении Основ государственной политики Российской Федерации в области пожарной безопасности на период до 2030 года» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=286888&dst=100006&date=11.07.2020> (дата обращения 11.07.2020 г.)

14. Постановление Правительства Российской Федерации от 20 июня 2005 г. № 385 «О федеральной противопожарной службе государственной противопожарной службы» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=323719&dst=100004&date=11.07.2020> (дата обращения 11.07.2020 г.)

15. Постановление Правительства Российской Федерации от 12 апреля 2012 г. № 290 «О федеральном государственном пожарном надзоре» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=335412&dst=100004&date=11.07.2020> (дата обращения 11.07.2020 г.)

16. Постановление Правительства Российской Федерации от 31 марта 2009 г. № 272 («О порядке проведения расчетов по оценке пожарного риска» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=86411&dst=100010&date=11.07.2020> (дата обращения 11.07.2020 г.)

17. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 10 марта 2009 г. № 304-р «Об утверждении Перечня национальных стандартов, содержащих правила и методы исследований (испытаний) и измерений, в том числе правила отбора образцов, необходимые для применения и исполнения федерального закона «Технический регламент о требованиях и пожарной безопасности» и осуществления оценки соответствия» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=181231&dst=100775%2C4&date=11.07.2020> (дата обращения 11.07.2020 г.)

18. Постановление Правительства РФ от 26 декабря 2014 г. № 1521 «Об утверждении перечня национальных стандартов и сводов правил (частей таких



стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=208550&dst=100003&date=11.07.2020> (дата обращения 11.07.2020 г.)

19. Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии 3 июня 2019 г. № 1317 «Об утверждении перечня национальных стандартов и сводов правил, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований федерального закона от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=326222&dst=100003%2C1&date=11.07.2020> (дата обращения 11.07.2020 г.)

20. Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 2 апреля 2020 г. № 687 «Об утверждении Перечня документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=349226&dst=100003%2C1&date=11.07.2020> (дата обращения 11.07.2020 г.)

21. Приказ МЧС РФ от 30 июня 2009 г. № 382 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности» (Зарегистрировано в Минюсте РФ 06.08.2009 № 14486) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=192066&dst=100004%2C1&date=11.07.2020> (дата обращения 11.07.2020 г.)

22. Приказ МЧС РФ от 10 июля 2009 г. № 404 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах» (Зарегистрировано в Минюсте РФ 17.08.2009 № 14541) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=109874&dst=100003%2C1&date=11.07.2020> (дата обращения 11.07.2020 г.)

23. Приказ МЧС России от 30 ноября 2016 г. № 644 «Об утверждении Административного регламента Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий исполнения государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=211005&dst=100003&date=11.07.2020> (дата обращения 11.07.2020 г.)

24. Приказ МЧС России № 551 от 22 августа 2013 г. «О представлении сведений о деятельности судебно-экспертных учреждений федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=EXP&n=681331&dst=100002&date=11.07.2020> (дата обращения 11.07.2020 г.)

25. ГОСТ 12.1.004–91. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования (утв. Постановлением Госстандарта СССР от 14.06.1991 № 875) [Текст]. – Москва: Изд-во Стандартов, 1992. – 67 с.

26. ГОСТ Р 12.3.047–2012. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля (утв. и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 декабря 2012 г. № 1971-ст) [Текст]. – Москва: Стандартинформ, 2014. – 65 с.

27. ГОСТ Р 50680–94. Установки водяного пожаротушения автоматические. Общие технические требования. Методы испытаний (утв.

Постановлением Госстандарта России от 20.06.1994 № 175) [Текст]. – Москва: Изд-во Стандартов, 1994. – 20 с.

28. НПБ 105–03. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности (утв. приказом МЧС РФ от 18.06.2003 № 314) [Текст]. – Москва: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2003. – 43 с.

29. НПБ 65–97. Извещатели пожарные дымовые оптико-электронные. Общие технические требования. Методы испытаний (утв. Главным государственным инспектором РФ по пожарному надзору, введены в действие приказом начальника ГУГПС МВД РФ от 25 августа 1997 г. № 57) [Текст]. – Москва: ВНИИПО МВД России, 1998. – 32 с.

30. СП 1.13130.2009. Свод правил. Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы (утв. приказом МЧС РФ от 25.03.2009 № 171) [Текст]. – Москва: ВНИИПО МВД России, 1998. – 47 с.

31. СП 2.13130.2009. Свод правил. Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты (утв. приказом МЧС РФ от 25.03.2009 № 172) [Текст]. – Москва: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009. – 23 с.

32. СП 3.13130.2009. Свод правил. Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности (утв. приказом МЧС РФ от 25.03.2009 № 173) [Текст]. – Москва: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009. – 10 с.

33. СП 4.13130.2009. Свод правил. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям (утв. приказом МЧС РФ от 25.03.2009 № 174) [Текст]. – Москва: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009. – 84 с.

34. СП 5.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования (утв. приказом МЧС РФ от 25.03.2009 № 175) [Текст]. – Москва: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009. – 115 с.

35. СП 6.13130.2009. Свод правил. Системы противопожарной защиты. Электрооборудование. Требования пожарной безопасности (утв. приказом МЧС

РФ от 25.03.2009 № 176) [Текст]. – Москва: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009. – 10 с.

36. СП 7.13130.2009. Свод правил. Отопление, вентиляция и кондиционирование. Противопожарные требования (утв. приказом МЧС РФ от 25.03.2009 № 177) [Текст]. – Москва: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009. – 29 с.

37. СП 8.13130.2009. Свод правил. Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения. Требования пожарной безопасности (утв. приказом МЧС РФ от 25.03.2009 № 178) [Текст]. – Москва: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009. – 20 с.

38. СП 9.13130.2009. Свод правил. Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации (утв. приказом МЧС РФ от 25.03.2009 № 179) [Текст]. – Москва: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009. – 26 с.

39. СП 10.13130.2009. Свод правил. Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Требования пожарной безопасности (утв. приказом МЧС РФ от 25.03.2009 № 180) [Текст]. – Москва: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009. – 13 с.

40. СП 11.13130.2009 «Места дислокации подразделений пожарной охраны» (утв. приказом МЧС РФ от 25.03.2009 № 181) [Текст]. – Москва: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009. – 19 с.

41. СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» (утв. приказом МЧС РФ от 25.03.2009 № 182) [Текст]. – Москва: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009. – 35 с.

42. Козлачков, В.И. Информационная деятельность. Система ориентиров [Текст] / В.И. Козлачков. – Москва: Академия ГПС МЧС России, 2011. – 237с.

43. Козлачков, В.И. Техническое регулирование в области пожарной безопасности [Текст] / В.И. Козлачков. – Москва: Академия ГПС МЧС России, 2012. – 205с.

44. Козлачков, В.И., Андреев, А.О. Экспресс-оценка угрозы людям при использовании первичных средств пожаротушения. – Москва: Академия ГПС МВД России, 2001. – 234 с.

45. Козлачков, В.И. Экспресс-оценка пожарных рисков при изменении функционального назначения зданий [Текст] / В.И. Козлачков, И.А. Лобаев. – Москва: Академия ГПС МВД России, 2001. – 207 с.

46. Козлачков, В.И. Экспресс-оценка пожарных рисков для конструкций зданий [Текст] / В.И. Козлачков, И.А. Лобаев, С.С. Алистанов // Материалы XIX международной научно-практической конференции «Системы безопасности» – СБ-2010. – Москва: Академия ГПС МЧС России, 2010. – С. 188–189.

47. Козлачков, В.И. Оценка соответствия объектов защиты со свободной планировкой требованиям пожарной безопасности [Текст] / В.И. Козлачков, Д.С. Пикуш // Материалы XIX международной научно-практической конференции «Системы безопасности» – СБ-2010. – Москва: Академия ГПС МЧС России, 2010. – С. 182–185.

48. Кошмаров, Ю.А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении: учеб. пособие [Текст] / Ю.А. Кошмаров. – Москва: Академия ГПС МВД России, 2000. – 118 с.

49. Кошмаров, Ю.А. Термодинамика и теплопередача в пожарном деле [Текст] / Ю.А. Кошмаров, М.П. Башкирцев. Москва: ВИПТШ МВД СССР, 1987. – 440 с.

50. Пузач, С.В. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении: учеб.-метод. пособие. Методические указания по выполнению курсовой работы [Текст] / С.В. Пузач, В.В. Андреев, О.С. Лебедченко и др. – Москва: Академия ГПС МЧС России, 2009. – 74 с.

51. Постановление Правительства Российской Федерации от 25 апреля 2012 г. № 390 «О противопожарном режиме» // Собрание законодательства Российской Федерации от 7 мая 2012 г. № 19 ст. 2415.

52. Пузач, С.В. О достоверности применения эмпирических формул расчета массового расхода системы дымоудаления при пожаре в атриуме [Текст]/

С.В. Пузач, Н.Т. Хай // Пожаровзрывобезопасность. – 2009. – Том: 18 – № 9. С. 35–43

53. Козлачков, В.И. Экспресс-оценка пожарных рисков при обследовании зданий и сооружений: учебное пособие [Текст]/ В.И. Козлачков, А.Ю. Хохлова. – Москва: Академия ГПС МВД России, 2001. – 86 с.

54. Козлачков, В.И. Экспресс-оценка угрозы людям при использовании первичных средств пожаротушения: учебное пособие [Текст] / В.И. Козлачков, А.О. Андреев. – Москва: Академия ГПС МВД России. 2001. – 234 с.

55. Козлачков, В.И. Особенности осуществления деятельности государственного пожарного надзора по снижению риска гибели при пожарах. Снижение риска гибели людей при пожарах [Текст] / В.И. Козлачков, А.О. Андреев, И.А. Лобаев // Материалы XVIII научно-практической конференции. – Москва: ВНИИПО, 2003. – С. 245–247.

56. Козлачков, В.И. Квалификация нарушений правил пожарной безопасности при расследовании пожаров [Текст] / В.И. Козлачков, Д.А. Вечтомов // Материалы 14 Научно-технической конференции «Системы безопасности» – СБ-2005 Международного форума информатизации. – Москва: Академия ГПС МЧС России, 2005. – С. 239–240.

57. Козлачков, В.И. Экспресс-оценка пожарных рисков при осуществлении государственного контроля в области пожарной безопасности / В.И. Козлачков, И.А. Лобаев, А.О. Андреев [Текст] // Материалы научно-практической конференции «Проблемы предупреждения и ликвидации аварийных и чрезвычайных ситуаций на объектах строительства и жилищно-коммунального хозяйства в современных условиях». – Москва: ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2005. – С. 39–40.

58. Козлачков, В.И. Оценка деятельности государственных инспекторов по пожарному надзору при расследовании пожаров с гибелью людей (Краткий анализ материалов уголовных дел): учеб.-метод. пособие [Текст] / В.И. Козлачков. – Москва: Академия ГПС МЧС России, 2010. – 103 с.

59. Козлачков, В.И. Обеспечение пожарной безопасности объектов народного хозяйства. Комплексный подход Ч. 1: Система предотвращения пожаров, Ч. 2: Система противопожарной защиты Ч. 3: Организационно-технические мероприятия [Текст] / В.И. Козлачков. – Минск: ФОИКС, 1998. – 352 с.

60. Козлачков, В.И. Обеспечение пожарной безопасности объектов народного хозяйства. Комплексный подход. Практикум для пожарно-профилактических работников [Текст] / В.И. Козлачков. – Минск: Полымя, 1993. – 210 с.

61. Козлачков, В.И. Надзорная деятельность МЧС России: курс лекций [Текст] / В.И. Козлачков, И.А. Лобаев и др.; под общ. ред. В.И. Козлачкова. – Москва: Академия ГПС МЧС России, 2011. – 415 с.

62. Козлачков, В.И. Методические рекомендации к выполнению выпускной квалификационной работы по дисциплине «Надзорная деятельность МЧС России»: учеб.-метод. пособие для магистров техники и технологии по направлению «Техносферная безопасность» [Текст] / В.И. Козлачков, А.В. Ершов, А.Ю. Хохлова и др.; под. общ. ред. В.И. Козлачкова. – Москва: Академия ГПС МЧС России, 2011. – 188 с.

63. Козлачков, В.И. Применение, мониторинг и корректировка требований пожарной безопасности: учеб.-метод. пособие для магистров, адъюнктов и преподавателей техники и технологии по направлению «Техносферная безопасность», профиль «Пожарная безопасность» [Текст] / В.И. Козлачков, А.В. Ершов, А.Ю. Хохлова и др.; под. общ. ред. В.И. Козлачкова. – Москва: Академия ГПС МЧС России, 2011. – 164 с.

64. Козлачков, В.И. Применение, мониторинг и корректировка требований пожарной безопасности: монография [Текст] / В.И. Козлачков, А.В. Ершов, А.Ю. Хохлова и др. – Москва: Академия ГПС МЧС России, 2011. – 164 с.

65. Козлачков, В.И. Оперативная обработка информации при оценке угрозы причинения вреда лучистым теплом [Текст] / В.И. Козлачков, Е.А. Ягодка. – Москва: Академия ГПС МЧС России, 2013. – 228 с.

66. Брушлинский, Н.Н. Системный анализ деятельности Государственной противопожарной службы: учебник [Текст] / Н.Н. Брушлинский. – Москва: МИПБ МВД России, 1998. – 255 с.
67. Брушлинский, Н.Н. Моделирование пожаров и взрывов: монография [Текст] / Н.Н. Брушлинский; под ред. Н.Н. Брушлинского и А.Я. Корольченко. – Москва: Пожнаука, 2000. – 482 с.
68. Брушлинский, Н.Н. Совершенствование организации и управления пожарной охраной [Текст] / Н.Н. Брушлинский, В.Л. Семиков, А.К. Микеев и др. – Москва: Стройиздат, 1986. – 152 с.
69. Брушлинский, Н.Н. Системный анализ и проблемы пожарной безопасности народного хозяйства [Текст] / Н.Н. Брушлинский, В.В. Кафидов, В.И. Козлачков и др.; под ред. Н.Н. Брушлинского. – Москва: Стройиздат, 1988. – 413 с.
70. Шаров, И.Н. Эффективность оценки соответствия требованиям пожарной безопасности в форме федерального государственного пожарного надзора: дис. ... канд. тех. наук: 05.13.10 [Текст] / Иван Николаевич Шаров. – Москва, 2013. – 256 с.
71. Квалификационные требования к сотрудникам Федеральной противопожарной службы МЧС России по специальности «Судебная пожарно-техническая экспертиза» [Текст]. – Москва, 2011. – 72 с.
72. Карпушин, М.П. Уголовная ответственность и состав преступления [Текст]/ М.П. Карпушин, В.И. Курляндский. – Москва, 1974. – 232 с.
73. Россинская, Е.Р. Судебная экспертиза в гражданском, арбитражном, административном и уголовном процессе [Текст] / Е.Р. Россинская. – 3-е изд., доп. – Москва: Норма: ИНФРА-М, 2011. – 736 с.
74. Лобаев, И.А. Установление причинно-следственной связи при квалификации преступлений, связанных с пожарами: учеб.-метод. пособие [Текст] / И.А. Лобаев, С.Ю. Карпов, Е.А. Матюшина и др. – Москва: Академия ГПС МЧС России,



2012. – 109 с.

75. Чешко, И.Д. Организация работы судебно-экспертных учреждений Федеральной противопожарной службы «Испытательная пожарная лаборатория» по исследованию пожаров и экспертному сопровождению деятельности органов Государственного пожарного надзора: метод. рекомендации [Текст] / И.Д. Чешко, А.О Антонов, С.П. Воронов и др. – Москва: ВНИИПО, 2009. – 28 с.

76. Инструкция по организации и производству судебных экспертиз в судебно-экспертных учреждениях и экспертных подразделениях федеральной противопожарной службы (утверждена приказом МЧС России от 19.08.2005 № 640, зарегистрирован в Минюсте РФ 28 ноября 2005 г. № 7210) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=56759&dst=100002%2C1&date=11.07.2020> (дата обращения 11.07.2020 г.)

77. Положение о порядке проведения аттестации сотрудников и работников судебно-экспертных учреждений и экспертных подразделений федеральной противопожарной службы на право самостоятельного производства судебных экспертиз (Приказ МЧС России от 09.06.2006 № 351, зарегистрирован в Минюсте России 15.09.2006 № 8278) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=62933&dst=100002%2C1&date=11.07.2020> (дата обращения 11.07.2020 г.)

78. Философский словарь [Текст] /под ред. И.Т. Фролова. – 5-е изд. – Москва: Политиздат, 1987. – 497 с.

79. Kirk's Fire Investigation [Текст] / ed. by John D. De Haan, David J. Icov. – 7th ed. – Boston, Prentice Hall, 2011. – 800 p.

80. Stauffer, E., A.Dolan, J., Newman, R. Fire Debris Analysis [Текст] / E. Stauffer, J. A Dolan, R. Newman. San Diego Academic Press, 2007. – 672 p.

81. NFPA 921. Guide for Fire and Explosion Investigations [Текст]. – NFPA, Quincy, MA, 1995. – 515 p.

82. NFPA 1033: Standard for Professional Qualifications for Fire Investigator [Текст]. – NFPA, Quincy, MA, 2014. – 26 p.

83. Козлачков, В.И. Расследование и экспертиза пожаров: учеб. Пособие [Текст] / В.И. Козлачков, И.А. Лобаев, А.В. Ершов и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Академия ГПС МЧС России, 2017. – 248 с.
84. Попов, И.А. Расследование, преступлений, связанных с пожарами [Текст] / И.А. Попов. – Москва: ИНФРА-М, 2001. – 167 с.
85. NFPA 72 National Fire Alarm Code [Текст]. – NFPA, Quincy, MA, 2002 – 537 p.
86. Вислогузов, В.В. Оптимизация размещения дымовых ДТПИ: дис. ... канд. техн. наук: 05.26.03 [Текст] / Вислогузов Виктор Викторович. – Санкт-Петербург, 1999. – 181 с.
87. Ягодка, Е.А. Поддержка принятия управленческих решений о соответствии объекта защиты обязательным требованиям пожарной безопасности: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.10 [Текст] / Ягодка Евгений Алексеевич. – Москва, 2014. – 250 с.
88. Вечтомов, Д.А. Информационно-аналитическая система поддержки принятия управленческих решений в процессе мониторинга требований пожарной безопасности: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.10 [Текст] / Вечтомов Денис Анатольевич. – Москва, 2014. – 310 с.
89. Лобаев, И.А. Экспресс-оценка пожарных рисков при изменении функционального назначения зданий: дис. ... кандидата технических наук: 05.13.10 [Текст] / Лобаев Игорь Александрович. – Москва, 1999. – 187 с.
90. Воронов, С.П. Судебная нормативная пожарно-техническая экспертиза: метод. пособие [Текст] / С.П. Воронов, С.А. Кондратьев, Н.В. Петрова и др. – Москва, ВНИИПО, 2013. – 88 с.
91. Богатищев, А.И. Методы решения задач пожарно-технической экспертизы: учеб. пособие [Текст] / А.И. Богатищев, С.Ю. Зернов, С.Ю. Карпов. – Москва: Академия ГПС МЧС России, 2009. – 153 с.
92. Соколовский, З.М. «Экспертное исследование причинной связи по уголовным делам» [Текст] / З.М. Соколовский. – Киев: РИО МВД УССР, 1970. – 48 с.

93. Саати, Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий [Текст] / Т. Саати. – Москва: Радио и связь, 1993. – 278 с.
94. Тетерин, И.М. Системы поддержки принятия управленческих решений при тушении пожаров [Текст] / И.М. Тетерин, Н.Г. Топольский, Ю.В. Прус и др. – Москва: Академия ГПС МЧС России, 2008. – 102 с.
95. Fire investigation [Текст] / ed. by Niamh Nic DaÈid. – Boca Raton, CRC Press, 2004. – 246 с.
96. Членов, А.Н. Раннее обнаружение пожара на промышленных объектах: монография [Текст] / А.Н. Членов, Т.А. Буцинская. – Москва: Академия ГПС МЧС России, 2015. – 130 с.
97. Шаровар, Ф.И. Пожаропредупредительная автоматика. Теория и практика предотвращения пожаров от маломощных загораний: монография [Текст] / Ф.И. Шаровар. – Москва: Спецавтоматика-СИ, 2013. – 556 с.
98. Зернов, С.И. Расчетные оценки при решении задач пожарно-технической экспертизы: учеб. пособие [Текст] / С.И. Зернов. – Москва: ЭКЦ МВД России, 1992. – 88 с.
99. Зернов, С.И. Техничко-криминалистическое обеспечение расследования преступлений, сопряженных с пожарами: учеб. пособие [Текст] / С.И. Зернов. – Москва: ЭКЦ МВД России, 1996. – 128 с.
100. Зернов, С.И. Первоначальные действия по факту пожара [Текст] / С.И. Зернов, Е.Ю. Павлов. – Москва: Академия ГПС, 2007. – 173 с.
101. Расследование преступлений, связанных с нарушением правил пожарной безопасности: метод. рекомендации [Текст]. – Москва: ВНИИПО, 2002. – 117 с.
102. Расследование преступлений, связанных с неосторожным обращением с огнем: Временные методические рекомендации [Текст]. – Москва: ВНИИПО, 2003. – 52 с.
103. Чешко, И.Д. Осмотр места пожара: методическое пособие [Текст] / И.Д. Чешко, Н.В. Юн, В.Г. Плотников и др. – Москва: ВНИИПО, 2004. – 503 с.

104. Применение инструментальных методов и технических средств в экспертизе пожаров: сб. метод. рекомендаций [Текст]. – Санкт-Петербург: Исследовательский центр экспертизы пожаров ФПС; ФГУ ВНИИПО, 2008. – 279 с.

105. Чешко, И.Д. Анализ экспертных версий возникновения пожара [Текст] / И.Д. Чешко, В.Г. Плотников. – В 2-х книгах. Кн. 1 – Санкт-Петербург: Береста, 2010. – 708 с.

106. Чешко, И.Д. Анализ экспертных версий возникновения пожара [Текст] / И.Д. Чешко, В.Г. Плотников. – В 2-х книгах. Кн. 2 – Санкт-Петербург: Береста, 2012. – 364 с.

107. Агеев, П.М. Расчетные методы в судебной пожарно-технической экспертизе: метод. пособие [Текст] / П.М. Агеев, А.Д. Голиков, С.Ф. Лобова и др.; под ред. А.А. Тумановского, И.Д. Чешко. – Санкт-Петербург: СПбФ ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2011. – 110 с.

108. Методология судебной пожарно-технической экспертизы: основные принципы [Текст]. – М.: ФГБУ ВНИИПО, 2013. – 23 с.

109. Приказ Минюста России от 27 декабря 2016 г. № 254/1-1 «Об установлении стоимости экспертного часа и утверждении прейскуранта на оказание платных услуг при производстве судебных экспертиз по гражданским и арбитражным делам, делам об административных правонарушениях, а также при производстве на договорной основе экспертных исследований для граждан и юридических лиц на 2017 год» (вместе с «Прейскурантом на оказание платных услуг по производству судебных экспертиз и экспертных исследований в РФЦСЭ при Минюсте России») [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/71720274/> (дата обращения 11.11.2019 г.).

110. Плешаков, В.В. Правовое регулирование отношений в области применения требований пожарной безопасности при проведении судебных экспертиз по пожарам [Электронный ресурс] / В.В. Плешаков, В.И. Козлачков, И.А. Лобаев // Технологии техносферной безопасности. – 2013. – № 4 (50). – 4 с. –

Режим доступа: <http://academygps.ucoz.ru/ttb/2013-4/2013-4.html> (дата обращения 01.10.2019 г.).

111. Плешаков, В.В. Корректировка методов принятия экспертных решений о причинной связи между невыполнением требований пожарной безопасности и последствиями пожара [Электронный ресурс] / В.В. Плешаков, В.И. Козлачков, И.А. Лобаев // Технологии техносферной безопасности. – 2014. – № 5(57). – 4 с. – Режим доступа: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2014-5/11-05-14.ttb.pdf> (дата обращения 07.10.2019 г.).

112. Плешаков, В.В. Категорирование сложности судебных пожарно-технических экспертиз [Электронный ресурс] / В.В. Плешаков, Н. Отгонбаяр, Е.В. Лендель и др. // Технологии техносферной безопасности. – 2016. – № 2(66) – 5 с. – Режим доступа: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2016-2/08-02-16.ttb.pdf> (дата обращения 15.10.2019 г.).

113. Плешаков, В.В. Реконструкция процесса возникновения и распространения пожара с учётом параметров системы обнаружения опасных факторов пожара [Электронный ресурс] / В.В. Плешаков, И.А. Лобаев, Д.А. Вечтомов // Технологии техносферной безопасности. – 2018 – № 3(79). – 9 с. DOI: 10.25257/TTS.2018.3.79.19-27. – Режим доступа: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2018-3/04-03-18.ttb.pdf> (дата обращения 01.11.2019 г.).

114. Плешаков, В.В. Поддержка принятия управленческих решений при расследовании пожаров на основе экспресс-оценки параметров опасных факторов пожара [Электронный ресурс] / И.А. Лобаев, Д.А. Вечтомов, В.В. Плешаков и др. // Технологии техносферной безопасности. – 2018 – № 5 (81). – 8 с. DOI: 10.25257/TTS.2018.5.81.38-45. – Режим доступа: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2018-5/04-05-18.ttb.pdf> (дата обращения 11.11.2019 г.).

115. Плешаков, В.В. Проблемы квалификации нарушений требований пожарной безопасности [Текст] / В.В. Плешаков, И.А. Лобаев, А.А. Волошенко // Материалы международной конференции молодых ученых и специалистов «Проблемы техносферной безопасности – 2012». – Москва: Академия ГПС МЧС России, 2012. – 259 с.

116. Плешаков, В.В. Проблема применения специальных знаний при производстве нормативной пожарно-технической экспертизы [Текст] / В.В. Плешаков, В.И. Козлачков, И.А. Лобаев и др. // Актуальные проблемы и инновации в обеспечении безопасности. Материалы Недели науки (декабрь 2013). – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2014. – 190 с.

117. Плешаков, В.В. Ориентирование производства нормативной пожарно-технической экспертизы на состав преступления [Текст] / В.В. Плешаков, В.И. Козлачков, И.А. Лобаев и др. // Современное состояние и перспективы развития судебно-экспертных учреждений ФПС. Подготовка кадров для ИПЛ в вузах системы МЧС России: сборник материалов межвузовского научно-практического семинара 26 февраля 2014 г. – Иваново: ООНИ ЭКО ФГБОУ Ивановский институт ГПС МЧС России, 2014. – 78 с.

118. Плешаков, В.В. Совершенствование организационного обеспечения судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации [Текст] / В.В. Плешаков, Е.В. Лендель // Сб. тезисов работ участников Десятого Всероссийского конкурса молодежи образовательных и научных организаций на лучшую работу «Моя законотворческая инициатива» Государственная дума ФС РФ, НС «ИНТЕГРАЦИЯ». – Москва, 2015. – С. 254–255.

119. Плешаков, В.В. Применение мер административной ответственности за нарушение требований пожарной безопасности на основе риск-ориентированного подхода [Текст] / В.В. Плешаков, В.И. Козлачков, И.А. Лобаев // Проблемы и перспективы судебной пожарно-технической экспертизы: сб. статей по материалам международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 22 октября 2015 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2015. – 127 с.

120. Плешаков, В.В. Реконструкция процесса возникновения и распространения пожара на основе экспресс-оценки времени срабатывания дымовых точечных пожарных извещателей при пожаре [Текст] / В.В. Плешаков, И.А. Лобаев, Д.А. Вечтомов и др. // Инновационные подходы в современной науке: сб. ст. по материалам XXVIII Международной научно-практической

конференции «Инновационные подходы в современной науке». – Москва: Интернаука, 2018. – № 16 (28). – 134 с.

121. Плешаков, В.В. Квалификация нарушений требований пожарной безопасности на основе экспресс-оценки параметров системы обнаружения опасных факторов пожара [Текст] / В.В. Плешаков, И.А. Лобаев, Д.А. Вечтомов // Нарушение требований безопасности в ходе эксплуатации промышленных объектов и объектов социальной инфраструктуры: квалификация и расследование (Москва, 1 ноября 2018 г.). – Москва: Московская академия Следственного комитета Российской Федерации, 2018. – 252 с.

122. Климкин, В.И. Государственный надзор МЧС России в 2014 г. Информационно-аналитический сборник [Текст] / В.И. Климкин, А.В. Матюшин, И.Г. Андросова; под общ. ред. Б.А. Борзова. – Москва: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2015. – 87 с.

123. Лупанов, С.А. Государственный надзор МЧС России в 2015 г. Информационно-аналитический сборник [Текст] / С.А. Лупанов, А.Г. Фирсов. – Москва: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2016. – 95 с.

124. Полехин, П.В. Государственный надзор МЧС России в 2016 г. Информационно-аналитический сборник [Текст] / П.В. Полехин, А.Г. Фирсов, А.М. Арсланов и др. – Москва: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2017. – 94 с.

125. Полехин, П.В. Государственный надзор МЧС России в 2017 г. Информационно-аналитический сборник [Текст] / П.В. Полехин, Ю.А. Матюшин, А.Г. Фирсов и др. – Москва: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2018. – 125 с.

126. Матюшин, Ю.А. Государственный надзор МЧС России в 2018 г. Информационно-аналитический сборник [Текст] / Ю.А. Матюшин, А.Г. Фирсов, А.М. Арсланов и др. – Москва: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2019. – 125 с.

127. Вилкас, Э.Й. Решения: теория, информация, моделирование [Текст] / Э.Й. Вилкас, Е.З. Майминас. – Москва: Радио и связь, 1981. – 329 с.

128. Трофимова, Л.А. Методы принятия управленческих решений: учеб. пособие [Текст] / Л.А. Трофимова, В.В. Трофимов. – Санкт-Петербург:

СПбГУЭФ, 2012. – 101 с.

129. Иванников, В.Л. Методические основы экспертной оценки пожарной безопасности кабельных коммуникаций атомных станций [Текст] / В.Л. Иванников, С.И. Зернов. – Киев: Минатомэнерго СССР, 1990. – 172 с.

130. Зернов, С.И. Применение технико-криминалистических средств и методов при раскрытии и расследовании поджогов: учеб. пособие [Текст] / С.И. Зернов, А.И. Колмаков, А.В. Маковкин и др. – Москва: ЭКЦ МВД России, 1998. – 112 с.

131. Пожары и пожарная безопасность в 2018 году: статистический сборник [Текст] / под общ. ред. Д.М. Гордиенко. – Москва: ВНИИПО, 2019. – 125 с.

132. Козлачков, В.И. Типовая и риск-ориентированная модели надзорной деятельности в области обеспечения пожарной безопасности. Сравнительный анализ [Текст] / В.И. Козлачков. – Москва: Академия ГПС МЧС России, 2016. – 328 с.

133. СИТИС 4–12. Рекомендации по использованию программы FDS с применением программ PyroSim 2012, SmokeView и «СИТИС: Фламмер 3.00» [Текст]. – Екатеринбург, 2013. – 170 с.

134. Пособие по применению «Методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности» [Текст]. – Москва: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2014. – 226 с.

135. Применение полевого метода математического моделирования пожаров в помещениях: метод. рекомендации [Текст]. – Москва: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2003. – 35 с.

136. Кузнецов, А.В. Анализ структурно-логической модели резервирования средств оперативного мониторинга пожаров [Электронный ресурс] / А.В. Кузнецов, М.О. Баканов, Д.В. Тараканов // Технологии техноферной безопасности. – Вып. 2 (84). – 2019. – 9 с. DOI:



10.25257/TTS.2019.2.84.99-107.

137. Тараканов, Д.В. Многокритериальная модель управления пожарно-спасательными подразделениями на основе мониторинга пожара в зданиях [Текст] / Д.В. Тараканов, А.В. Наумов, П.Н. Коноваленко [и др.] // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов: сборник материалов V ВНК. – Иваново: ИПСА ГПС МЧС России, 2018. – С. 449–452.

138. Тараканов, Д.В. Многоагентный метод анализа вариантов распределения ресурсов для обеспечения пожарной безопасности [Текст] / А.В. Смирнов, Р.Ш. Хабибулин, Д.В. Тараканов // Системы управления и информационные технологии. – 2018. –Т. 74. – № 4. – С. 83–88.

139. Тараканов, Д.В. Применение многоагентного подхода для поддержки управления безопасностью техносфере [Текст] / А.В. Смирнов, Р.Ш. Хабибулин, Д.В. Тараканов // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2018. – Т. 22. – № 1 (132). – С. 118–133.

140. Тараканов, Д.В. Информационная технология рационального распределения ресурсов в многое системах управления пожарной безопасностью [Текст] / А.В. Смирнов, Р.Ш. Хабибулин, Д.В. Тараканов // Информатика, управление и системный анализ: Труды V Всероссийской международной научной конференции молодых ученых с международным участием. – Ростов-на-Дону, 2018. – С. 109–116.

**Приложение А**  
**(обязательное)**

**Разработка экспресс-оценки времени достижения пороговых значений  
оптической плотности дыма при пожаре**

Результаты расчетов времени срабатывания ДТПИ в помещении площадью от 100–1600 м<sup>2</sup>, высотой от 3 до 12 м, с пожарной нагрузкой «Магазины» представлены на рисунке А.1.

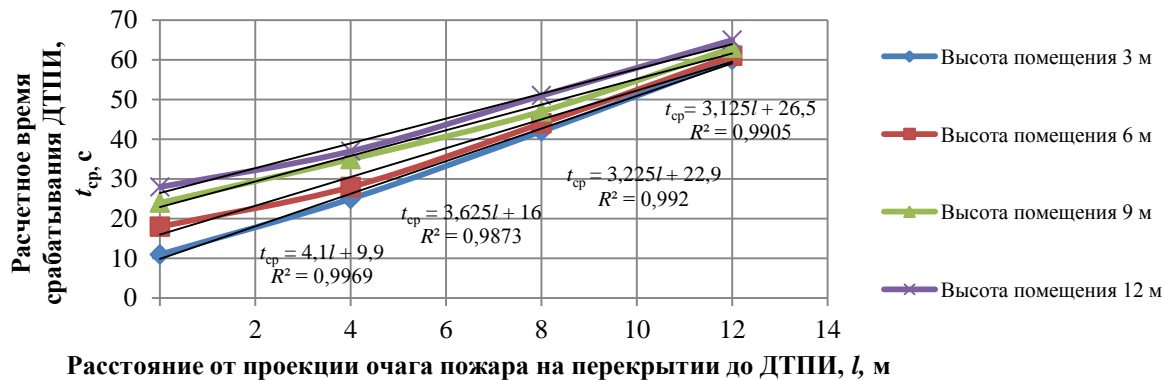


Рисунок А.1 — График срабатывания ДТПИ для пожарной нагрузки «Магазины»

Значения уравнений линий тренда  $t_{cp}$  и величин достоверности аппроксимации  $R^2$  для зависимостей, представленных на рисунке А.1, будут следующими:

- помещение высотой 3 м:  $t_{cp} = 4,1l + 9,9$ ;  $R^2 = 0,9875$ ;
- помещение высотой 6 м:  $t_{cp} = 3,625l + 16$ ;  $R^2 = 0,9873$ ;
- помещение высотой 9 м:  $t_{cp} = 3,225l + 22,9$ ;  $R^2 = 0,992$ ;
- помещение высотой 12 м:  $t_{cp} = 3,125l + 26,5$ ;  $R^2 = 0,9905$ .

График, учитывающий весовые коэффициенты влияния расстояния от очага пожара до извещателя и высоты помещения для пожарной нагрузки «Магазины», представлен на рисунке А.2.

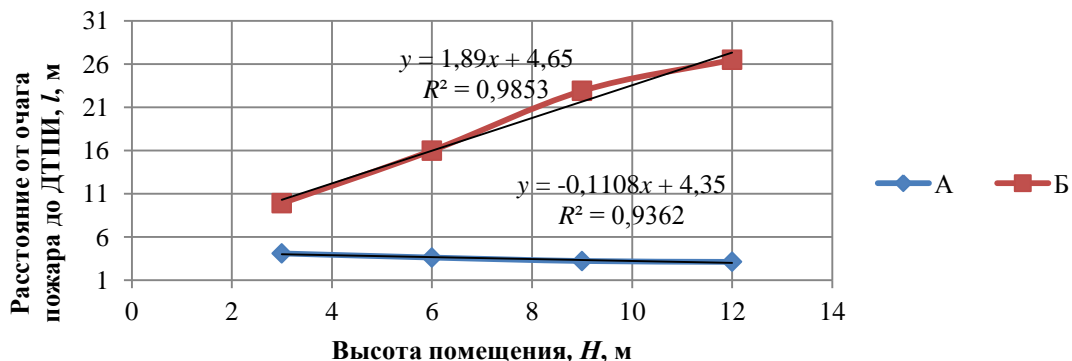


Рисунок А.2 — График коэффициентов влияния расстояния очага пожара до ДТПИ и высоты помещения

Значения уравнений линий тренда  $y$  и величин достоверности аппроксимации  $R^2$  для зависимостей, представленных на рисунке А.2, будут следующими:

– коэффициент А:  $y = -0,1108x + 4,35; R^2 = 0,9362;$

– коэффициент Б:  $y = 1,89x + 4,65; R^2 = 0,9853.$

Экспресс-оценка определения времени срабатывания ДТПИ при пожаре, при пожарной нагрузке «Магазины» (площадь помещения от 100–1600 м<sup>2</sup>):

$$t_{\text{обн}} = ((-0,1108H + 4,35)l + (1,89H + 4,65))\Pi_{\Gamma} + t_{\text{ин.ДТПИ}}, \quad 2.15$$

где  $H$  — высота помещения очага пожара, м;  $l$  — расстояние от проекции очага пожара на перекрытии до ДТПИ, м;  $\Pi_{\Gamma}$  — коэффициент высоты плоскости пожара;  $t_{\text{ин.ДТПИ}}$  — инерционность ДТПИ, с.

Результаты расчетов времени срабатывания ДТПИ в помещении площадью от 1600 м<sup>2</sup> и более, высотой от 3 до 12 м, с пожарной нагрузкой «Магазины» представлены на рисунке А.3.

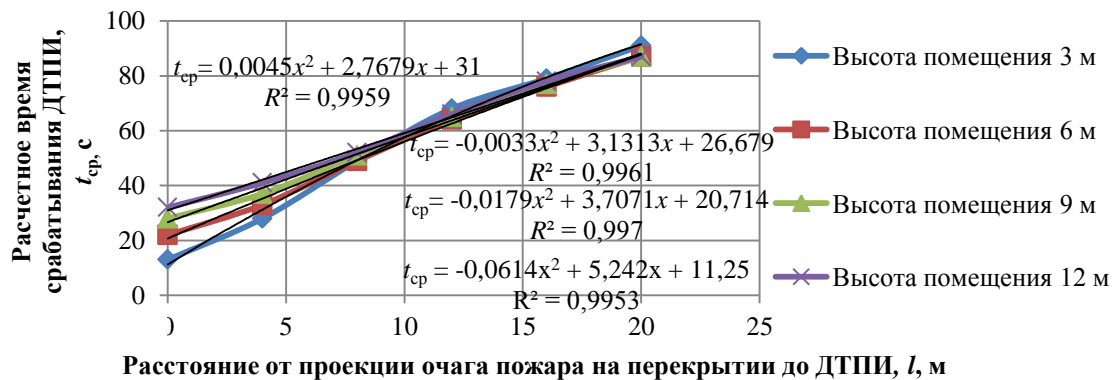


Рисунок А.3 — График срабатывания ДТПИ при пожаре в помещении площадью от 1600 м<sup>2</sup> и более, высотой от 3 до 12 м, с пожарной нагрузкой «Магазины»

Значения уравнений линий тренда  $t_{\text{ср}}$  и величин достоверности аппроксимации  $R^2$  для зависимостей, представленных на рисунке А.3, будут следующими:

– помещение высотой 3 м:  $t_{\text{ср}} = -0,0614x^2 + 5,242x + 11,25;$

$$R^2 = 0,9953;$$

– помещение высотой 6 м:  $t_{\text{ср}} = -0,0179x^2 + 3,7071x + 20,714;$

$$R^2 = 0,997;$$

помещение высотой 9 м:  $t_{c p} = -0,0033x^2 + 3,1313x + 26,679;$

$$R^2 = 0,9961;$$

помещение высотой 12 м:  $t_{c p} = 0,0045x^2 + 2,7679x + 31;$

$$R^2 = 0,9959$$

График, учитывающий весовые коэффициенты влияния расстояния от очага пожара до извещателя и высоты помещения, представлен на рисунке А.4.

Значения уравнений линий тренда  $y$  и величин достоверности аппроксимации  $R^2$  для зависимостей, представленных на рисунке А.4, будут следующими:

– коэффициент А:  $y = -0,0001x^2 + 0,0036x - 0,0319; R^2 = 1;$

– коэффициент Б:  $y = 0,0211x^2 - 0,4361x + 5,4105; R^2 = 1;$

– коэффициент В:  $y = -0,1053x^2 + 3,3653x + 5,076; R^2 = 1.$

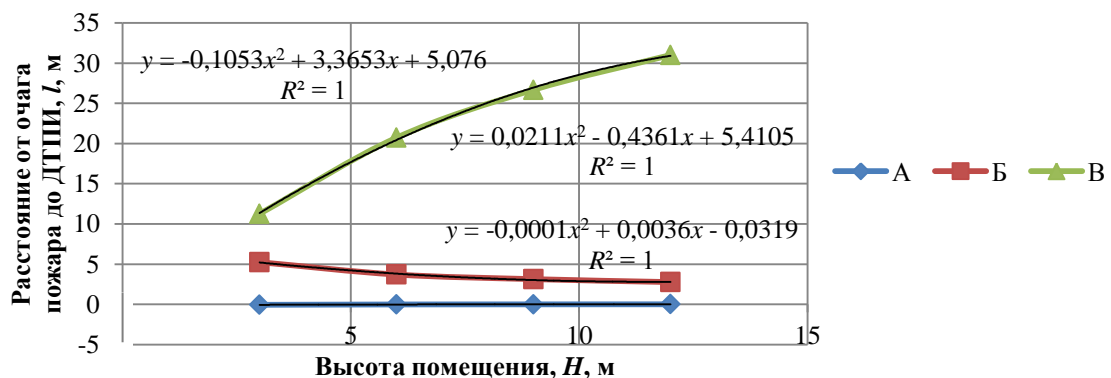


Рисунок А.4 — График коэффициентов влияния расстояния очага пожара до ДТПИ и высоты помещения

Экспресс-оценка определения времени срабатывания ДТПИ при пожаре, при пожарной нагрузке «Магазины» (площадь помещения от 1600 м<sup>2</sup>):

$$\begin{aligned}
 t_{обн} = & ((-0,0001H^2 + 0,0036H - 0,0319)l^2 \\
 & + (0,0211H^2 - 0,4361H + 5,4105)l \\
 & + (-0,1053H^2 + 3,3653H + 5,076))\Pi_r + t_{ин.ДТПИ},
 \end{aligned}$$

где  $H$  — высота помещения очага пожара, м;  $l$  — расстояние от проекции очага пожара на перекрытии до ДТПИ, м;  $\Pi_r$  — коэффициент высоты плоскости пожара;  $t_{ин.ДТПИ}$  — инерционность ДТПИ.

Результаты расчетов времени срабатывания ДТПИ при пожаре в помещении площадью от 100–1600 м<sup>2</sup>, высотой от 3 до 12 м, с пожарной нагрузкой «Радиоматериалы: поли- (этилен + стирол + пропилен) гетинакс» по полевой модели представлены на рисунке А.5.

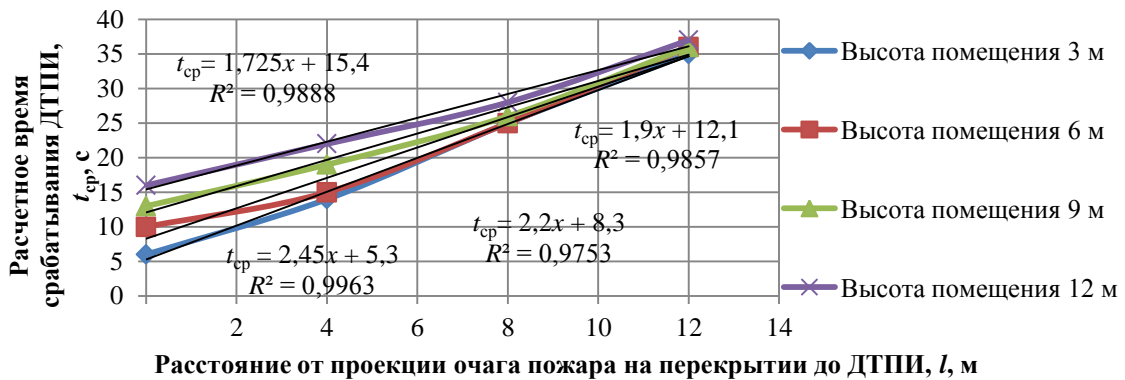


Рисунок А.5 — График срабатывания ДТПИ при пожаре в помещении площадью от 100–1600 м<sup>2</sup>, высотой помещения очага пожара от 3 до 12 м с пожарной нагрузкой «Радиоматериалы: поли- (этилен + стирол + пропилен) гетинакс»

Значения уравнений линий тренда  $t_{cp}$  и величин достоверности аппроксимации  $R^2$  для зависимостей, представленных на рисунке А.5, будут следующими:

- помещение высотой 3 м:  $t_{cp} = 2,45x + 5,3$ ;  $R^2 = 0,9963$ ;
- помещение высотой 6 м:  $t_{cp} = 2,2x + 8,3$ ;  $R^2 = 0,9753$ ;
- помещение высотой 9 м:  $t_{cp} = 1,9x + 12,1$ ;  $R^2 = 0,9857$ ;
- помещение высотой 12 м:  $t_{cp} = 1,725x + 15,4$ ;  $R^2 = 0,9888$ .

График, учитывающий весовые коэффициенты влияния расстояния от очага пожара до извещателя и высоты помещения, представлен на рисунке А.6.

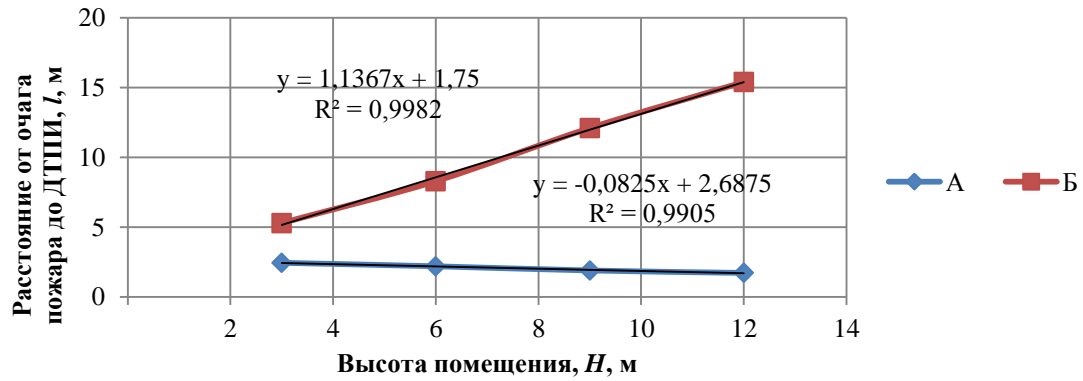


Рисунок А.6 — График коэффициентов влияния расстояния очага пожара до ДТПИ и высоты помещения

Значения уравнений линий тренда  $y$  и величин достоверности аппроксимации  $R^2$  для зависимостей, представленных на рисунке А.6, будут следующими:

- – коэффициент А:  $y = -0,0825x + 2,6875$ ;  $R^2 = 0,9905$ ;
- – коэффициент Б:  $y = 1,1367x + 1,75$ ;  $R^2 = 0,9982$ .

Экспресс-оценка определения времени срабатывания ДТПИ при пожаре, при пожарной нагрузке «Радиоматериалы: поли- (этилен + стирол + пропил) гетинакс» (площадь помещения от 100–1600 м<sup>2</sup>):

$$t_{\text{обн}} = ((-0,0825H + 2,6875)l + (1,1367H + 1,75))\Pi_r + t_{\text{ин.ДТПИ}},$$

где  $H$  — высота помещения очага пожара, м;  $l$  — расстояние от проекции очага пожара на перекрытии до ДТПИ, м;  $\Pi_r$  — коэффициент высоты плоскости пожара;  $t_{\text{ин.ДТПИ}}$  — инерционность ДТПИ, с.

Результаты расчетов времени срабатывания ДТПИ при пожаре в помещении площадью от 1600 м<sup>2</sup> и более, высотой от 3 до 12 м, с пожарной нагрузкой «Радиоматериалы: поли- (этилен + стирол +пропил) гетинакс» по полевой модели представлены на рисунке А.7.

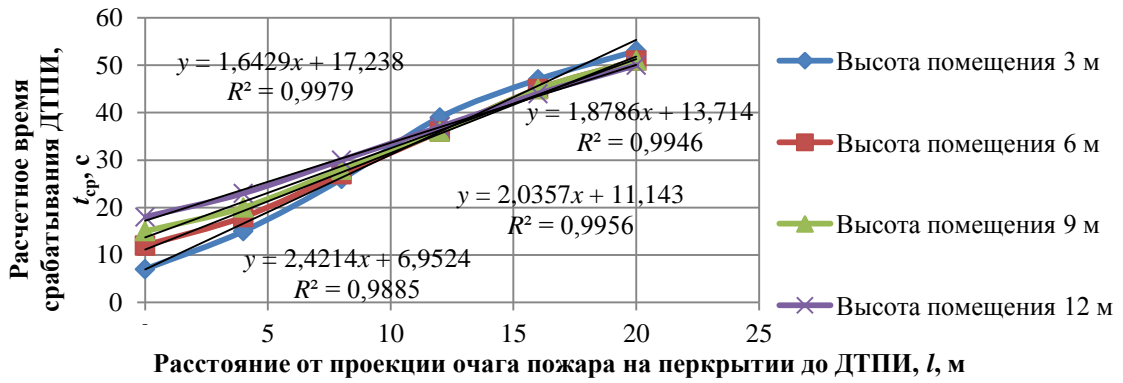


Рисунок А.7 — График срабатывания ДТПИ при пожаре в помещении площадью от 1600 м<sup>2</sup> и более, высотой помещения очага пожара от 3 до 12 м, с пожарной нагрузкой «Радиоматериалы: поли- (этилен + стирол + пропил) гетинакс»

Значения уравнений линий тренда  $y$  и величин достоверности аппроксимации  $R^2$  для зависимостей, представленных на рисунке А.7, будут следующими:

- – помещение высотой 3 м:  $y = 2,4214x + 6,9524$ ;  $R^2 = 0,9885$ ;
- – помещение высотой 6 м:  $y = 2,0357x + 11,143$ ;  $R^2 = 0,9956$
- – помещение высотой 9 м:  $y = 1,8786x + 13,714$ ;  $R^2 = 0,9946$ ;
- – помещение высотой 12 м:  $y = 1,6429x + 17,238$ ;  $R^2 = 0,9979$ .

График, учитывающий весовые коэффициенты влияния расстояния от очага пожара до извещателя и высоты помещения, представлен на рисунке А.8.

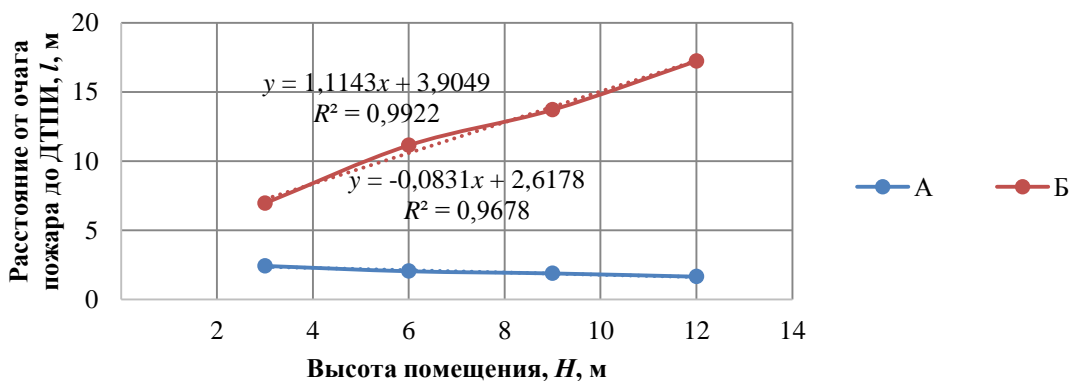


Рисунок А.8 — График коэффициентов влияния расстояния очага пожара до ДТПИ и высоты помещения

Значения уравнений линий тренда  $y$  и величин достоверности аппроксимации  $R^2$  для зависимостей, представленных на рисунке А.8, будут следующими:



– коэффициент А:  $y = -0,0831x + 2,6178$ ;  $R^2 = 0,9678$ ;

– коэффициент Б:  $y = 1,1143x + 3,9049$ ;  $R^2 = 0,9922$ .

Экспресс-оценка определения времени срабатывания ДТПИ при пожаре, при пожарной нагрузке «Радиоматериалы: поли- (этилен + стирол + пропилен) гетинакс» (в помещениях площадью от 1600 м<sup>2</sup>):

$$t_{\text{обн}} = ((-0,0831H + 2,6178)l + (1,1143H + 3,9049))P_r + t_{\text{ин.ДТПИ}},$$

где  $H$  — высота помещения очага пожара, м;  $l$  — расстояние от проекции очага пожара на перекрытии до ДТПИ, м;  $P_r$  — коэффициент высоты плоскости пожара;  $t_{\text{ин.ДТПИ}}$  — инерционность ДТПИ, с.

Результаты расчетов времени срабатывания ДТПИ при пожаре в помещении площадью от 100–1600 м<sup>2</sup>, высотой от 3 до 12 м, с пожарной нагрузкой «Упаковка: бумага + картон + поли- (этилен + стирол) (0,4 + 0,3 + 0,15 + 0,15)» представлены на рисунке А.9.

Значения уравнений линий тренда  $y$  и величин достоверности аппроксимации  $R^2$  для зависимостей, представленных на рисунке А.9, будут следующими:

– помещение высотой 3 м:  $y = 4,6x + 12,4$ ;  $R^2 = 0,9993$ ;

– помещение высотой 6 м:  $y = 4,525x + 18,1$ ;  $R^2 = 0,9388$ ;

– помещение высотой 9 м:  $y = 4,1x + 24,9$ ;  $R^2 = 0,9969$ ;

– помещение высотой 12 м:  $y = 4,575x + 31,3$ ;  $R^2 = 0,8351$ .

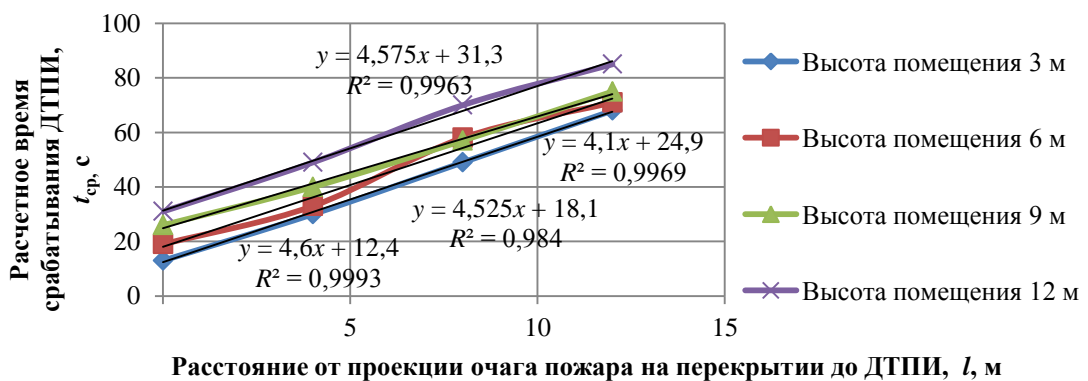


Рисунок А.9 — График срабатывания ДТПИ при пожаре в помещении площадью от 100–1600 м<sup>2</sup>, высотой помещения очага пожара от 3 до 12 м, с пожарной нагрузкой «Упаковка: бумага + картон + поли- (этилен + стирол) (0,4 + 0,3 + 0,15 + 0,15)»

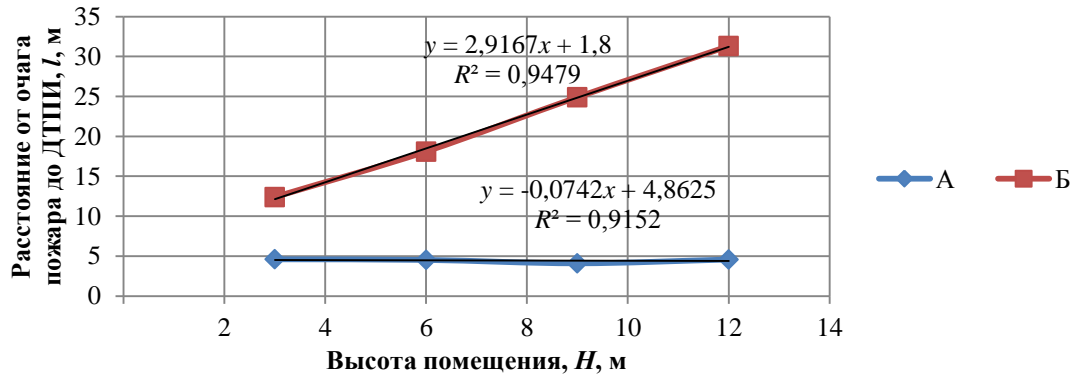


Рисунок А.10 — График коэффициентов влияния расстояния очага пожара до ДТПИ и высоты помещения

График, учитывающий весовые коэффициенты влияния расстояния от очага пожара до извещателя и высоты помещения, представлен на рисунке А.10.

Значения уравнений линий тренда  $y$  и величин достоверности аппроксимации  $R^2$  для зависимостей, представленных на рисунке А.10, будут следующими:

– коэффициент А:  $y = -0,0742x + 4,8625$ ;  $R^2 = 0,9152$ ;

– коэффициент Б:  $y = 2,9167x + 1,8$ ;  $R^2 = 0,9479$ .

Экспресс-оценка определения времени срабатывания ДТПИ при пожаре, при пожарной нагрузки «Упаковка: бумага + картон + поли- (этилен + стирол) (0,4 + 0,3 + 0,15 + 0,15)» (расстояние от проекции очага пожара на перекрытии до ДТПИ от 0 до 20 м):

$$t_{\text{обн}} = ((-0,0742H + 4,8625)l + (2,9167H + 1,8)) \times P_{\Gamma} + t_{\text{ин.ДТПИ}},$$

где  $H$  — высота помещения очага пожара, м;  $l$  — расстояние от проекции очага пожара до ДТПИ, м;  $P_{\Gamma}$  — коэффициент высоты плоскости пожара;  $t_{\text{ин.ДТПИ}}$  — инерционность ДТПИ, с.

Результаты расчетов времени срабатывания ДТПИ при пожаре в помещении площадью от 1600 м<sup>2</sup> и более, высотой от 3 до 12 м, с пожарной нагрузкой «Упаковка: бумага + картон + поли- (этилен + стирол) (0,4 + 0,3 + 0,15 + 0,15)» по полевой модели представлены на рисунке А.11.

Значения уравнений линий тренда  $y$  и величин достоверности аппроксимации  $R^2$  для зависимостей, представленных на рисунке А.11, будут следующими:

- помещение высотой 3 м:  $t_{cp} = -0,1529x^2 + 7,3723x + 16,036$ ;  
 $R^2 = 0,9927$ ;
- помещение высотой 6 м:  $t_{cp} = -0,144x^2 + 6,4366x + 26,75$ ;  
 $R^2 = 0,9913$ ;
- помещение высотой 9 м:  $t_{cp} = -0,1607x^2 + 6,4429x + 33,143$ ;  
 $R^2 = 0,988$ ;
- помещение высотой 12 м:  $t_{cp} = -0,2478x^2 + 8,3982x + 36,357$ ;  
 $R^2 = 0,9933$ .

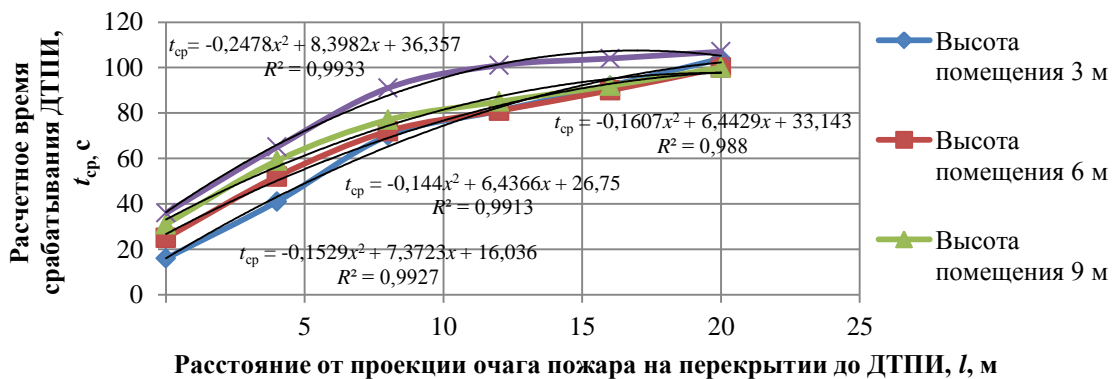


Рисунок А.11 — График срабатывания ДТПИ при пожаре в помещении площадью от 1600 м<sup>2</sup> и более, высотой помещения очага пожара от 3 до 12 м с пожарной нагрузкой «Упаковка: бумага + картон + поли- (этилен + стирол) (0,4 + 0,3 + 0,15 + 0,15)»

График, учитывающий весовые коэффициенты влияния расстояния от очага пожара до извещателя и высоты помещения, представлен на рисунке А.12.

Значения уравнений линий тренда  $y$  и величин достоверности аппроксимации  $R^2$  для зависимостей, представленных на рисунке А.12, будут следующими:

- коэффициент А:  $y = -0,0027x^2 + 0,03x - 0,221$ ;  $R^2 = 0,9856$ ;
- коэффициент Б:  $y = 0,0803x^2 - 1,1018x + 10,005$ ;  $R^2 = 0,9806$ ;
- коэффициент В:  $y = -0,2083x^2 + 5,3702x + 1,8575$ ;  $R^2 = 0,9997$ .

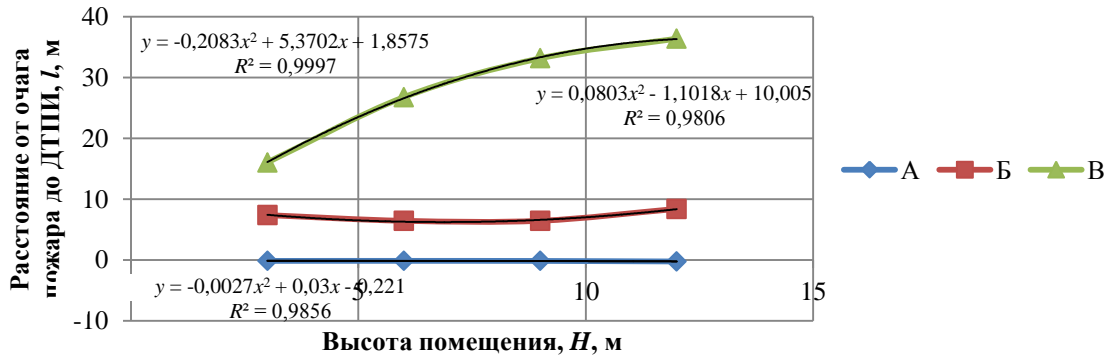


Рисунок А.12 — График коэффициентов влияния расстояния очага пожара до ДТПИ и высоты помещения

Экспресс-оценка определения времени срабатывания ДТПИ при пожаре, при пожарной нагрузки «Упаковка: бумага + картон + поли- (этилен + стирол) (0,4 + 0,3 + 0,15 + 0,15)» (площадь помещения от 1600 м<sup>2</sup>):

$$t_{\text{обн}} = ((-0,0027H^2 + 0,03H - 0,221)l^2 + (0,0803H^2 - 1,1018H + 10,005)l + (-0,2083H^2 + 5,3702H + 1,8575))\Pi_{\Gamma} + t_{\text{ин, ДТПИ}},$$

где  $H$  — высота помещения очага пожара, м;  $l$  — удаление ДТПИ от очага пожара, м;  $\Pi_{\Gamma}$  — коэффициент высоты плоскости пожара;  $t_{\text{ин, ДТПИ}}$  — инерционность ДТПИ, с.

Результаты расчетов времени срабатывания ДТПИ в помещении площадью от 100–1600 м<sup>2</sup>, высотой от 3 до 12 м, пожарной нагрузкой «Резинотехнические изделия; резина, изделия из нее» представлены на рисунке А.13.

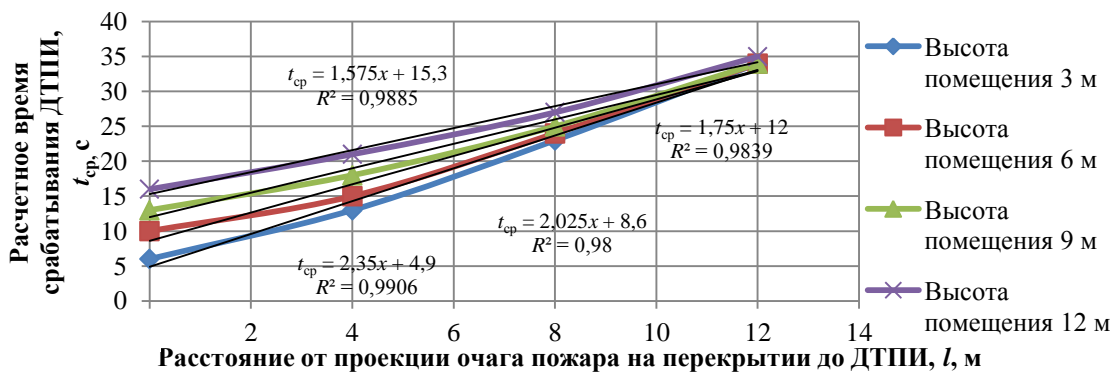


Рисунок А.13 — График срабатывания ДТПИ в помещении площадью от 100–1600 м<sup>2</sup>, высотой помещения очага пожара от 3 до 12 м, с пожарной нагрузкой «Резинотехнические изделия; резина, изделия из нее»

Значения уравнений линий тренда  $y$  и величин достоверности аппроксимации  $R^2$  для зависимостей, представленных на рисунке А.13, будут следующими:

- помещение высотой 3 м:  $t_{cp} = 2,35x + 4,9; R^2 = 0,9906;$
- помещение высотой 6 м:  $t_{cp} = 2,025x + 8,6; R^2 = 0,98;$
- помещение высотой 9 м:  $t_{cp} = 1,75x + 12; R^2 = 0,9839;$
- помещение высотой 12 м:  $t_{cp} = 1,575x + 15,3; R^2 = 0,9885.$

График, учитывающий весовые коэффициенты влияния расстояния от очага пожара до извещателя и высоты помещения, представлен на рисунке А.14.

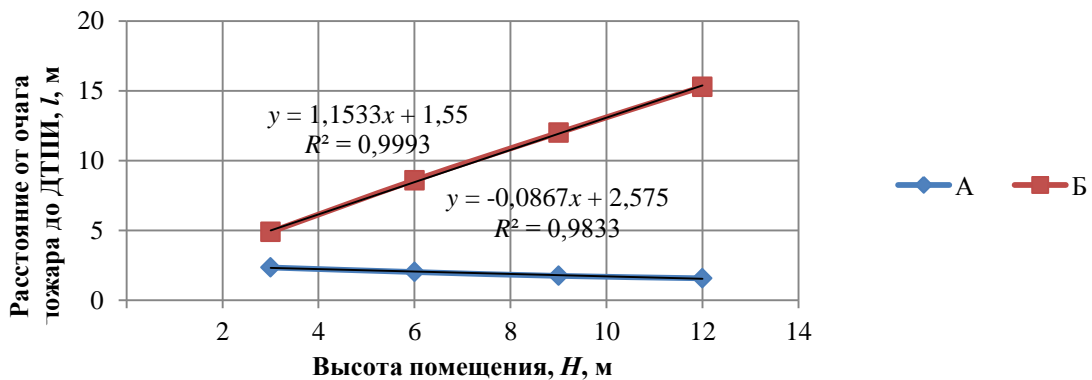


Рисунок А.14 — График коэффициентов влияния расстояния очага пожара до ДТПИ и высоты помещения

Значения уравнений линий тренда  $y$  и величин достоверности аппроксимации  $R^2$  для зависимостей, представленных на рисунке А.14, будут следующими:

- коэффициент А:  $y = -0,0867x + 2,575; R^2 = 0,9833;$
- коэффициент Б:  $y = 1,1533x + 1,55; R^2 = 0,9993.$

Экспресс-оценка определения времени срабатывания ДТПИ при пожаре, при пожарной нагрузки «Резинотехнические изделия; резина, изделия из нее» (площадь помещения от 100–1600 м<sup>2</sup>):

$$t_{обн} = ((-0,0867H + 2,575)l + (1,1533H + 1,55))\Pi_r + t_{ин.ДТПИ}$$

где  $H$  — высота помещения очага пожара, м;  $l$  — расстояние от проекции очага пожара на перекрытии до ДТПИ, м;  $\Pi_r$  — коэффициент высоты плоскости пожара;  $t_{ин.ДТПИ}$  — инерционность ДТПИ, с.

Результаты расчетов времени срабатывания ДТПИ при пожаре в помещении площадью от 1600 м<sup>2</sup> и более, высотой от 3 до 12 м, с пожарной нагрузкой «Резинотехнические изделия; резина, изделия из нее» по полевой модели представлены на рисунке А.15.

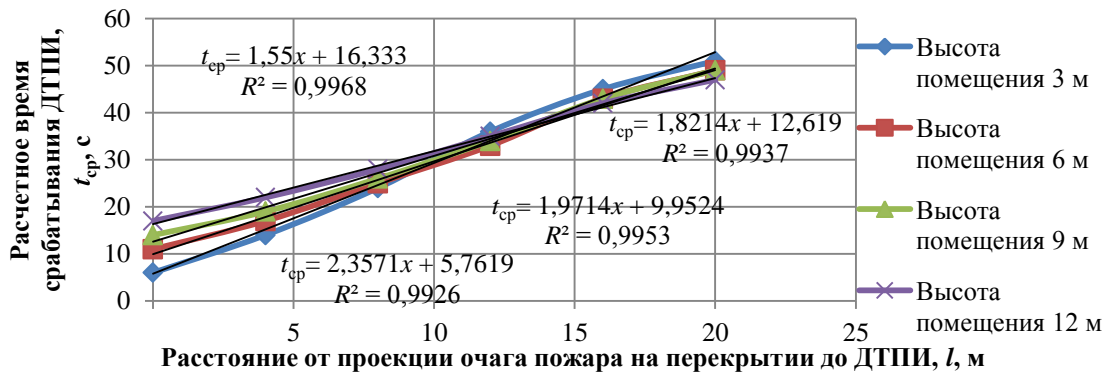


Рисунок А.15 — График срабатывания ДТПИ при пожаре в помещении площадью от 1600 м<sup>2</sup> и более, высотой помещения очага пожара от 3 до 12 м, с пожарной нагрузкой «Резинотехнические изделия; резина, изделия из нее»

Значения уравнений линий тренда  $y$  и величин достоверности аппроксимации  $R^2$  для зависимостей, представленных на рисунке А.15, будут следующими:

- помещение высотой 3 м:  $t_{cp} = 2,3571x + 5,7619$ ;  $R^2 = 0,9926$ ;
- помещение высотой 6 м:  $t_{cp} = 1,9714x + 9,9524$ ;  $R^2 = 0,9953$ ;
- помещение высотой 9 м:  $t_{cp} = 1,8214x + 12,619$ ;  $R^2 = 0,9937$ ;
- помещение высотой 12 м:  $t_{cp} = 1,55x + 16,333$ ;  $R^2 = 0,9968$ .

График, учитывающий весовые коэффициенты влияния расстояния от очага пожара до извещателя и высоты помещения, представлен на рисунке А.16.

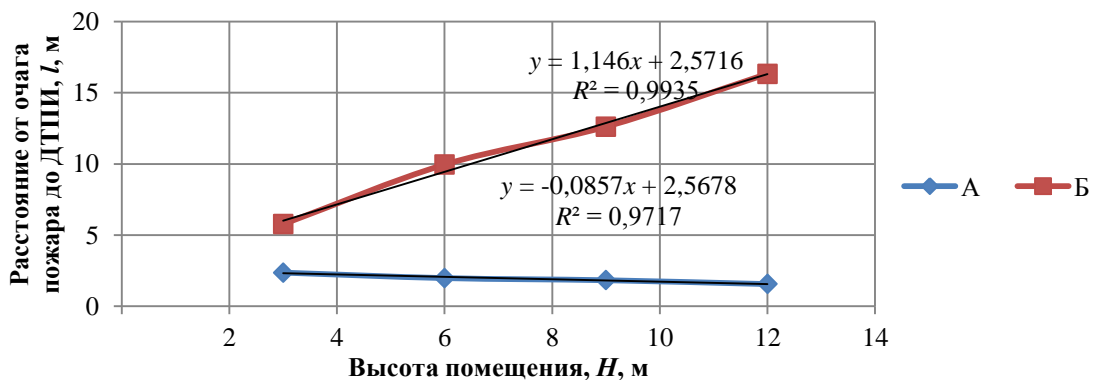


Рисунок А.16 — График коэффициентов влияния расстояния очага пожара до ДТПИ и высоты помещения

Значения уравнений линий тренда  $y$  и величин достоверности аппроксимации  $R^2$  для зависимостей, представленных на рисунке А.16, будут следующими:

– коэффициент А:  $y = -0,0857x + 2,5678$ ;  $R^2 = 0,9717$ ;

– коэффициент Б:  $y = 1,146x + 2,5716$ ;  $R^2 = 0,9935$ .

Экспресс-оценка определения времени срабатывания ДТПИ при пожаре, при пожарной нагрузке «Резинотехнические изделия; резина, изделия из нее» (площадь помещения от 1600 м<sup>2</sup>):

$$t_{\text{обн}} = ((-0,0857H + 2,5678)l + (1,146H + 2,5716))\Pi_{\Gamma} + t_{\text{ин.ДТПИ}},$$

где  $H$  — высота помещения очага пожара, м;  $l$  — расстояние от проекции очага пожара на перекрытии до ДТПИ, м;  $\Pi_{\Gamma}$  — коэффициент высоты плоскости пожара;  $t_{\text{ин.ДТПИ}}$  — инерционность ДТПИ, с.

Результаты расчетов времени срабатывания ДТПИ в помещении площадью от 100–1600 м<sup>2</sup>, высотой от 3 до 12 м, с пожарной нагрузкой «Склад бумаги в рулонах» представлены на рисунке А.17.

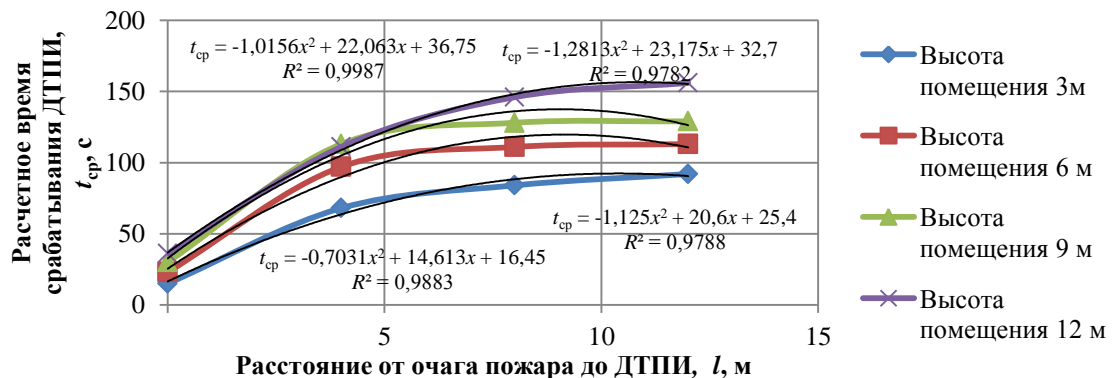


Рисунок А.17 — График срабатывания ДТПИ в помещении площадью от 100–1600 м<sup>2</sup>, высотой помещения очага пожара от 3 до 12 м, с пожарной нагрузкой «Склад бумаги в рулонах»

Значения уравнений линий тренда  $y$  и величин достоверности аппроксимации  $R^2$  для зависимостей, представленных на рисунке А.17, будут следующими:

– помещение высотой 3 м:  $t_{\text{cp}} = -0,7031x^2 + 14,613x + 16,45$ ;

$$R^2 = 0,9883;$$

– помещение высотой 6 м:  $t_{\text{cp}} = -1,125x^2 + 20,6x + 25,4$ ;

$$R^2 = 0,9788;$$

– помещение высотой 9 м:  $t_{cp} = -1,2813x^2 + 23,175x + 32,7;$

$$R^2 = 0,9782;$$

– помещение высотой 12 м:  $t_{cp} = -1,0156x^2 + 22,063x + 36,75;$

$$R^2 = 0,9987.$$

График, учитывающий весовые коэффициенты влияния расстояния от очага пожара до извещателя и высоты помещения, представлен на рисунке А.18.

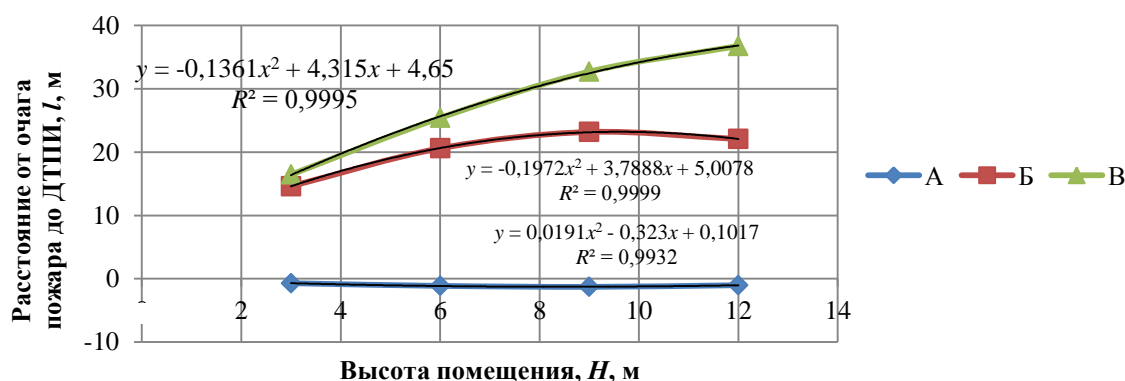


Рисунок А.18 — График коэффициентов влияния расстояния очага пожара до ДТПИ и высоты помещения

Значения уравнений линий тренда  $y$  и величин достоверности аппроксимации  $R^2$  для зависимостей, представленных на рисунке А.18, будут следующими:

– коэффициент А:  $y = 0,0191x^2 - 0,323x + 0,1017;$   $R^2 = 0,9932;$

– коэффициент Б:  $y = -0,1972x^2 + 3,7888x + 5,0078;$   $R^2 = 0,9999;$

– коэффициент В:  $y = -0,1361x^2 + 4,315x + 4,65;$   $R^2 = 0,9995.$

Экспресс-оценка определения времени срабатывания ДТПИ при пожаре, при пожарной нагрузке «Склад бумаги в рулонах» (площадь помещения от 100–1600 м<sup>2</sup>):

$$t_{обн} = ((0,0191H^2 - 0,323H + 0,1017)l^2 + (-0,1972H^2 + 3,7888H + 5,0078)l + (-0,1361H^2 + 4,315H + 4,65))\Pi_{\Gamma} + t_{ин.ДТПИ},$$



где  $H$  — высота помещения очага пожара, м;  $l$  — расстояние от проекции очага пожара на перекрытии до ДТПИ, м;  $\Pi_r$  — коэффициент высоты плоскости пожара;  $t_{ин.ДТПИ}$  — инерционность ДТПИ, с.

Результаты расчетов времени срабатывания ДТПИ при пожаре в помещении площадью от 1600 м<sup>2</sup> и более, высотой от 3 до 12 м, с пожарной нагрузкой «Склад бумаги в рулонах» по полевой модели представлены на рисунке А.19.

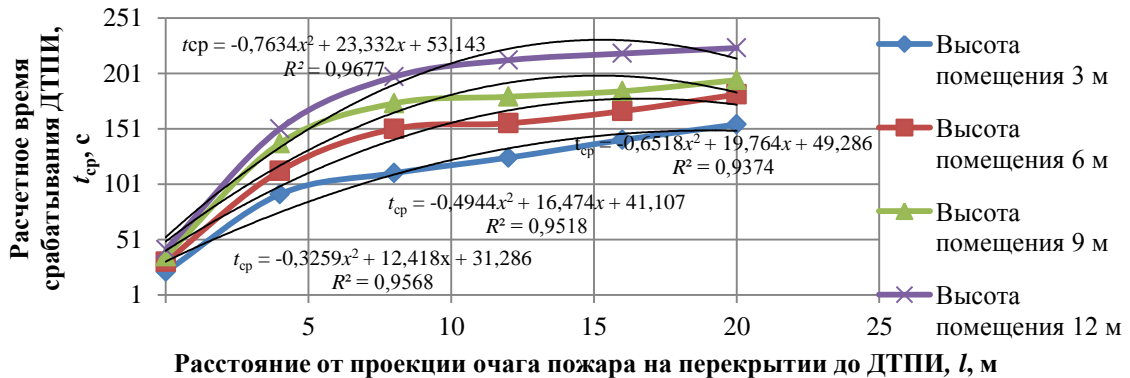


Рисунок А.19 — График срабатывания ДТПИ при пожаре в помещении площадью от 1600 м<sup>2</sup> и более, высотой помещения очага пожара от 3 до 12 м, с пожарной нагрузкой «Склад бумаги в рулонах»

Значения уравнений линий тренда  $y$  и величин достоверности аппроксимации  $R^2$  для зависимостей, представленных на рисунке А.19, будут следующими:

- помещение высотой 3 м:  $t_{cp} = -0,3259x^2 + 12,418x + 31,286$ ;  
 $R^2 = 0,9568$
- помещение высотой 6 м:  $t_{cp} = -0,4944x^2 + 16,474x + 41,107$ ;  
 $R^2 = 0,9518$ ;
- помещение высотой 9 м:  $t_{cp} = -0,6518x^2 + 19,764x + 49,286$ ;  
 $R^2 = 0,9374$ ;
- помещение высотой 12 м:  $t_{cp} = -0,7634x^2 + 23,332x + 53,143$ ;  
 $R^2 = 0,9677$ .

График, учитывающий весовые коэффициенты влияния расстояния от очага пожара до извещателя и высоты помещения, представлен на рисунке А.20.

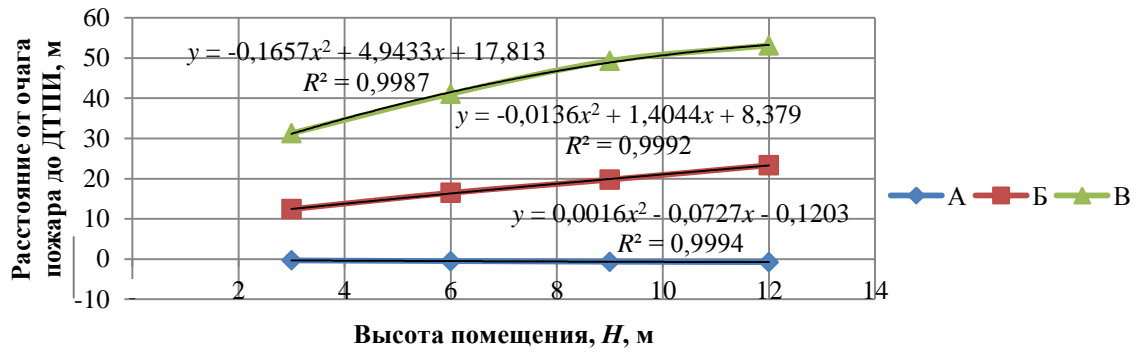


Рисунок А.20 — График коэффициентов влияния расстояния очага пожара до ДТПИ и высоты помещения

Значения уравнений линий тренда  $y$  и величин достоверности аппроксимации  $R^2$  для зависимостей, представленных на рисунке А.20, будут следующими:

- коэффициент А:  $y = 0,0016x^2 - 0,0727x - 0,1203$ ;  $R^2 = 0,9994$ ;
- коэффициент Б:  $y = -0,0136x^2 + 1,4044x + 8,379$ ;  $R^2 = 0,9992$ ;
- коэффициент В:  $y = -0,1657x^2 + 4,9433x + 17,813$ ;  $R^2 = 0,9987$ .

Экспресс-оценка определения времени срабатывания ДТПИ при пожаре, при пожарной нагрузке «Склад бумаги в рулонах» (площадь помещения от 1600 м<sup>2</sup>):

$$t_{\text{обн}} = ((0,0016H^2 - 0,0727H - 0,1203)l^2 + (-0,0136H^2 + 1,4044H + 8,379)l + (-0,1657H^2 + 4,9433H + 17,813))P_{\Gamma} + t_{\text{ин.ДТПИ}},$$

где  $H$  — высота помещения очага пожара, м;  $l$  — расстояние от проекции очага пожара на перекрытии до ДТПИ, м;  $P_{\Gamma}$  — коэффициент высоты плоскости пожара;  $t_{\text{ин.ДТПИ}}$  — инерционность ДТПИ, с.

*Разработка коэффициента плоскости пожара для времени срабатывания ДТПИ  
при пожаре*

Горючая нагрузка «Магазины»

График коэффициентов срабатывания ДТПИ при пожаре в зависимости от высоты плоскости пожара и удаленности ДТПИ от очага пожара, (площадь помещения 1600–14400 м<sup>2</sup>) представлен на рисунке А.21. Значения уравнений линий тренда  $y$  и величин достоверности аппроксимации  $R^2$  для зависимостей, представленных на рисунке А.21, будут следующими:

– 0–4 м от очага пожара:

$$P_r = -0,0069x + 1,048;$$

– 4–8 м от очага пожара:

$$P_r = -0,00132x + 1,002;$$

– 8–12 м от очага пожара:

$$P_r = 0,0007x + 0,988;$$

– 12–16 м от очага пожара:

$$P_r = 0,0005x + 0,992;$$

– 16–20 м от очага пожара:

$$P_r = 0,0001x + 0,998.$$

Здесь  $x$  — уровень плоскости пожара (от 0 до 75 % высоты помещения), %:

$$x = \frac{h}{H} \cdot 100 \%,$$

где  $H$  — высота помещения очага пожара, м;  $h$  — высота плоскости пожара, м;  $l$  — расстояние от проекции очага пожара на перекрытии до ДТПИ, м.

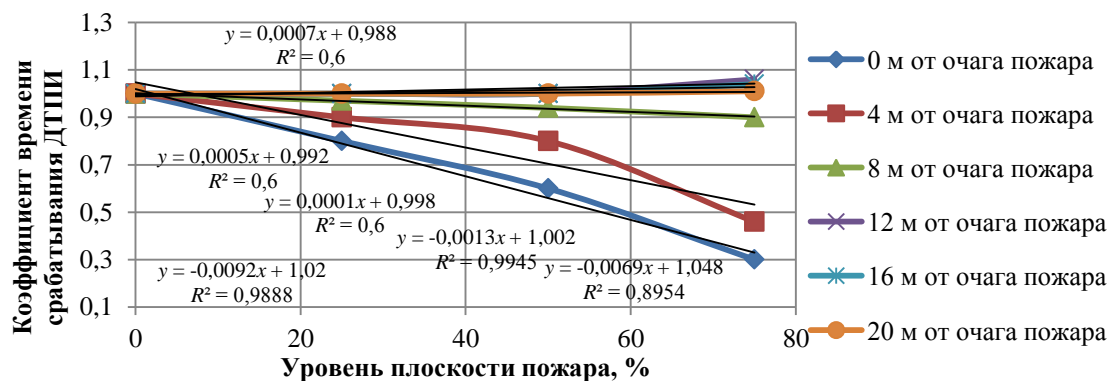


Рисунок А.21 — График коэффициентов времени срабатывания ДТПИ при пожаре (горючая нагрузка «Магазины»)

Горючая нагрузка «Радиоматериалы: поли- (этилен + стирол + пропил) гетинакс»

График коэффициентов времени срабатывания ДТПИ в зависимости от высоты плоскости пожара и удаленности ДТПИ от очага пожара (площадь помещения 1600–14400 м<sup>2</sup>) представлен на рисунке А.22.

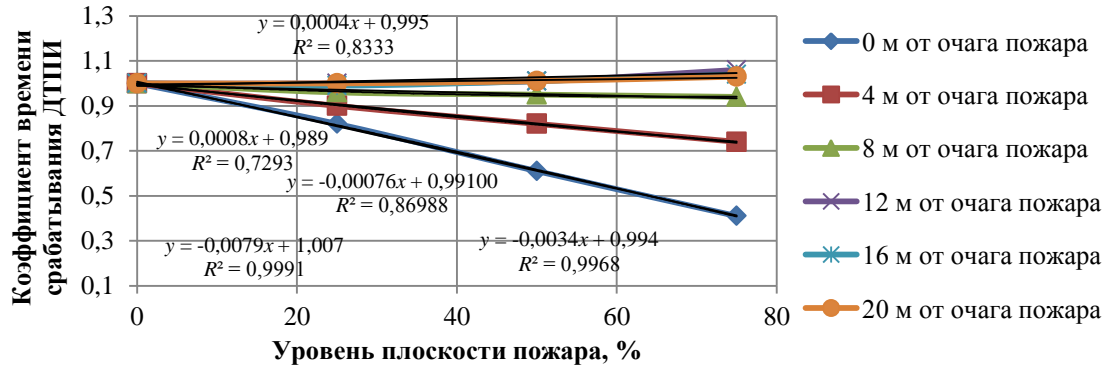


Рисунок А.22 — График коэффициентов времени срабатывания ДТПИ при пожаре (горючая нагрузка «Радиоматериалы: поли- (этилен + стирол + пропил) гетинакс»)

Значения уравнений линий тренда  $y$  и величин достоверности аппроксимации  $R^2$  для зависимостей, представленных на рисунке А.22, будут следующими:

– 0–4 м от очага пожара:

$$y = -0,00792x + 1,007; R^2 = 0,99908;$$

– 4 м от очага пожара:

$$y = -0,00344x + 0,99400; R^2 = 0,99677.$$

График, учитывающий весовые коэффициенты влияния расстояния от очага пожара до извещателя и высоты плоскости пожара на расстоянии от 0 до 4 м, представлен на рисунке А.23.

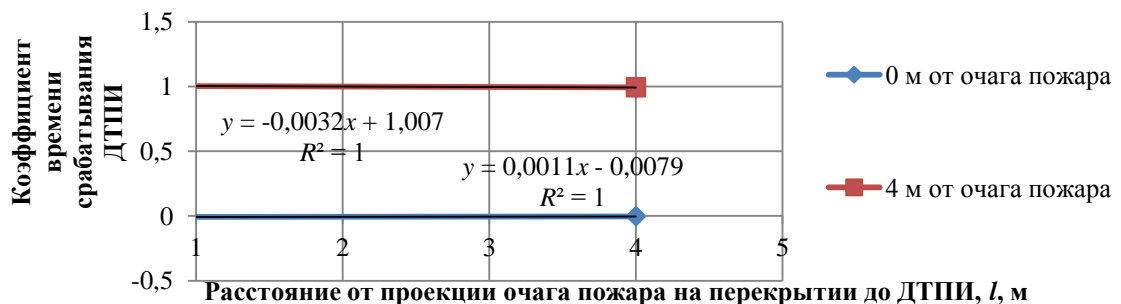


Рисунок А.23 — График, учитывающий, весовые коэффициенты влияния расстояния от очага пожара до ДТПИ и высоты плоскости пожара на расстоянии от 0 до 4 м

Значения уравнений линий тренда  $y$  и величин достоверности аппроксимации  $R^2$  для зависимостей, представленных на рисунке А.23, будут следующими:

– расстояние 0–4 м от очага пожара:

$$y = -0,0032x + 1,007; \quad R^2 = 1;$$

– расстояние 4 м от очага пожара:

$$y = 0,0011x - 0,0079; \quad R^2 = 1.$$

Таким образом, определена формула коэффициента  $\Pi_r$  для расстояния от 0 до 4 м от ДТПИ до очага пожара:

$$\Pi_r = (0,0011l - 0,0079)x + (-0,0032l + 1,007).$$

График, учитывающий весовые коэффициенты влияния расстояния от очага пожара до извещателя и высоты плоскости пожара на расстоянии от 4 до 8 м, представлен на рисунке А.24.

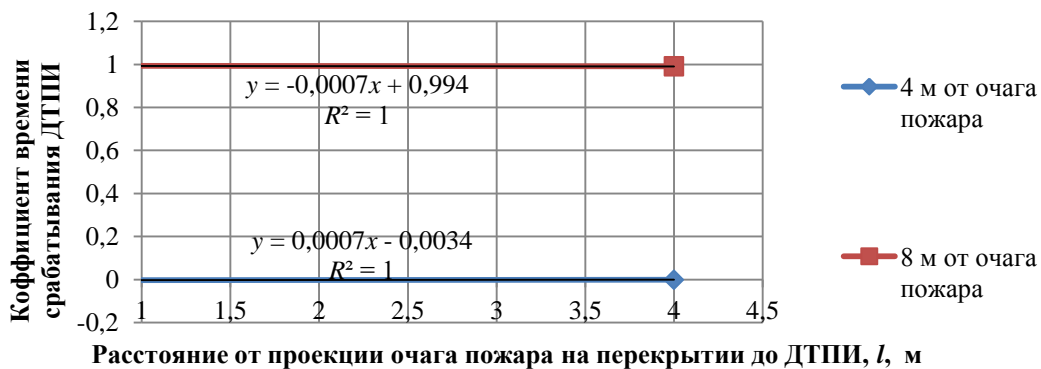


Рисунок А.24 — График, учитывающий, весовые коэффициенты влияния расстояния от очага пожара до извещателя и высоты плоскости пожара на расстоянии от 4 до 8 м

Значения уравнений линий тренда  $y$  и величин достоверности аппроксимации  $R^2$  для зависимостей, представленных на рисунке А.24, будут следующими:

– расстояние 4 м от очага пожара:

$$y = 0,0007x - 0,0034; \quad R^2 = 1;$$

– расстояние 8 м от очага пожара:

$$y = -0,0007x + 0,994; \quad R^2 = 1.$$

Таким образом, определена формула коэффициента  $P_r$  для расстояния от 4 до 8 м от ДТПИ до очага пожара

$$P_r = (0,0007l - 0,0034)x + (-0,0007l + 0,994).$$

Таким образом, коэффициенты  $P_r$  для пожарной нагрузке «Радиоматериалы: поли- (этилен + стирол + пропил) гетинакс» будут следующими:

– 0–4 м от очага пожара:

$$P_r = -0,00344x + 0,99400;$$

– 4–8 м от очага пожара:

$$P_r = (0,0007l - 0,0034)x + (-0,0007l + 0,994);$$

– 8–12 м от очага пожара:

$$P_r = 0,00076x + 0,989;$$

– 12–16 м от очага пожара:

$$P_r = 0,0006x + 0,989;$$

– 16–20 м от очага пожара:

$$P_r = 0,0004x + 0,995.$$

Здесь  $x$  — уровень плоскости пожара (от 0 до 75 % высоты помещения), %:

$$x = \frac{h}{H} \cdot 100 \%,$$

где  $H$  — высота помещения очага пожара, м;  $h$  — высота плоскости пожара, м;  $l$  — расстояние от проекции очага пожара на перекрытии до ДТПИ, м.

Горючая нагрузка «Упаковка: бумага + картон + поли- (этилен + стирол) (0,4 + 0,3 + 0,15 + 0,15)»

График коэффициентов срабатывания ДТПИ в зависимости от высоты плоскости пожара и удаленности ДТПИ от очага пожара (площадь помещения 1600–14400 м<sup>2</sup>) представлен на рисунке А.25.

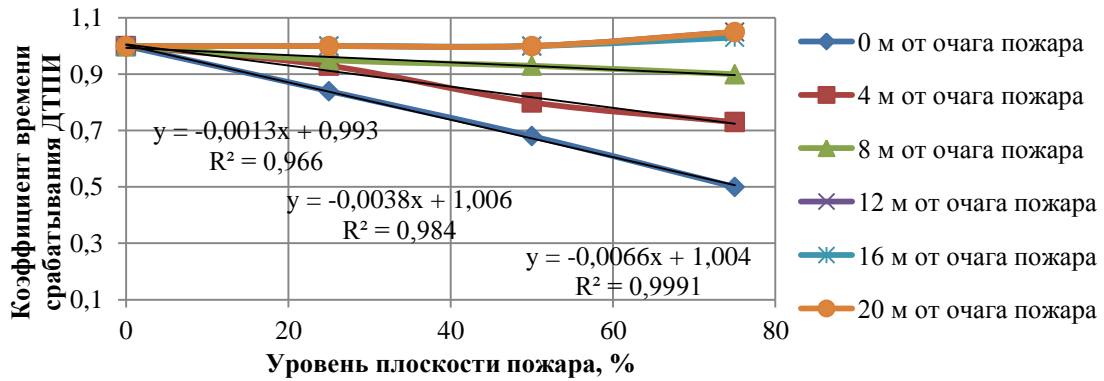


Рисунок А.25 — График коэффициентов срабатывания ДТПИ при пожаре (горючая нагрузка «Упаковка: бумага + картон + поли- (этилен + стирол) (0,4 + 0,3 + 0,15 + 0,15)»)

Значения уравнений линий тренда  $y$  и величин достоверности аппроксимации  $R^2$  для зависимостей, представленных на рисунке А.25, будут следующими:

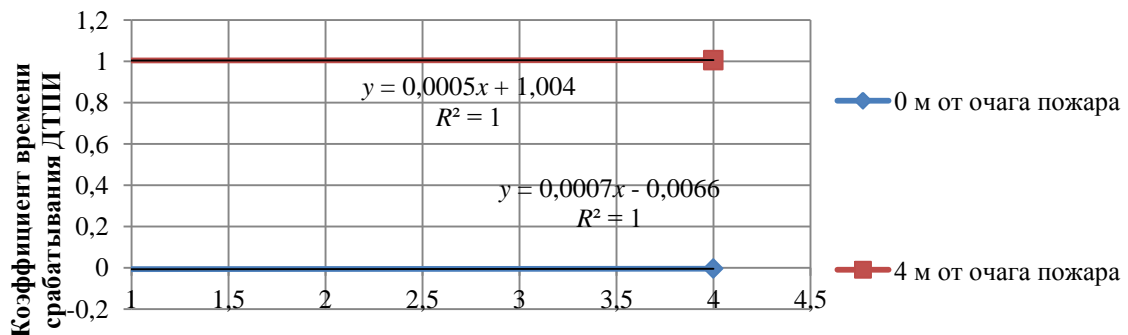
– 0 м от очага пожара:

$$y = -0,0066x + 1,004; R^2 = 0,99913;$$

– 4 м от очага пожара:

$$y = -0,0038x + 1,006; R^2 = 0,984.$$

График, учитывающий весовые коэффициенты влияния расстояния от очага пожара до извещателя и высоты плоскости пожара на расстоянии от 0 до 4 м, представлен на рисунке А.26.



Расстояние от проекции очага пожара на перекрытии до ДТПИ,  $l$ , м

Рисунок А.26 — График учитывающий, весовые коэффициенты влияния расстояния от очага пожара до извещателя и высоты плоскости пожара на расстоянии от 0 до 4 м

Значения уравнений линий тренда  $y$  и величин достоверности аппроксимации  $R^2$  для зависимостей, представленных на рисунке А.26, будут следующими:

– расстояние 0–4 м от очага пожара:

$$y = 0,0005x + 1,004; \quad R^2 = 1;$$

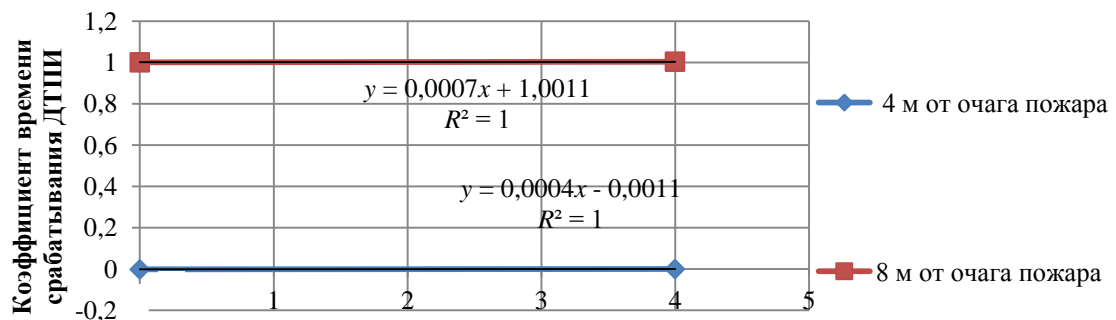
– расстояние 4 м от очага пожара:

$$y = 0,0007x - 0,0066; \quad R^2 = 1.$$

Таким образом, определена формула коэффициента  $P_r$  для расстояния от 0 до 4 м от ДТПИ до очага пожара:

$$P_r = (0,0007l - 0,0066)x + (0,0005l + 1,004).$$

График, учитывающий весовые коэффициенты влияния расстояния от очага пожара до извещателя и высоты плоскости пожара на расстоянии от 4 до 8 м, представлен на рисунке А.27.



Расстояние от проекции очага пожара на перекрытии до ДТПИ,  $l$ , м

Рисунок А.27 — График учитывающий, весовые коэффициенты влияния расстояния от очага пожара до извещателя и высоты плоскости пожара на расстоянии от 4 до 8 м

Значения уравнений линий тренда  $y$  и величин достоверности аппроксимации  $R^2$  для зависимостей, представленных на рисунке А.27, будут следующими:

– расстояние 4 м от очага пожара:

$$y = 0,0004x - 0,0011; \quad R^2 = 1;$$

– расстояние 8 м от очага пожара:

$$y = 0,0007x + 1,0011; \quad R^2 = 1.$$

Таким образом, определена формула коэффициента  $P_r$  для расстояния от 4 до 8 м от ДТПИ до очага пожара:

$$P_r = (0,0004l - 0,0011)x + (0,0007l + 1,0011).$$

Таким образом, коэффициенты  $P_r$  для пожарной нагрузки «Упаковка: бумага + картон + поли- (этилен + стирол) (0,4 + 0,3 + 0,15 + 0,15)» будут следующими:

– 0–4 м от очага пожара:



$$P_r = (0,0007l - 0,0066)x + (0,0005l + 1,004);$$

– 4–8 м от очага пожара:

$$P_r = (0,0004l - 0,0011)x + (0,0007l + 1,0011);$$

– 8–12 м от очага пожара:

$$P_r = 0,0006x + 0,99 ;$$

– 12–16 м от очага пожара:

$$P_r = 0,0004x + 0,994;$$

– 16–20 м от очага пожара:

$$P_r = 0,0006x + 0,99 .$$

Здесь  $x$  — уровень плоскости пожара (от 0 до 75 % высоты помещения), %:

$$x = \frac{h}{H} \cdot 100 \%,$$

где  $H$  — высота помещения очага пожара, м;  $h$  — высота плоскости пожара, м;  $l$  — расстояние от проекции очага пожара до ДТПИ, м.

Горючая нагрузка «Резинотехнические изделия; резина, изделия из нее»

График коэффициентов срабатывания ДТПИ при пожаре в зависимости от высоты плоскости пожара и удаленности ДТПИ от очага пожара, (площадь помещения 1600–14400 м<sup>2</sup>) представлен на рисунке А.28. Значения уравнений линий тренда  $y$  и величин достоверности аппроксимации  $R^2$  для зависимостей, представленных на рисунке А.28, будут следующими:

– 0–4 м от очага пожара:

$$y = -0,008x + 1,016; R^2 = 0,9936;$$

– 4 м от очага пожара:

$$y = -0,0034x + 0,986; R^2 = 0,9746.$$

График, учитывающий весовые коэффициенты влияния расстояния от очага пожара до извещателя и высоты плоскости пожара на расстоянии от 0 до 4 м, представлен на рисунке А.29.

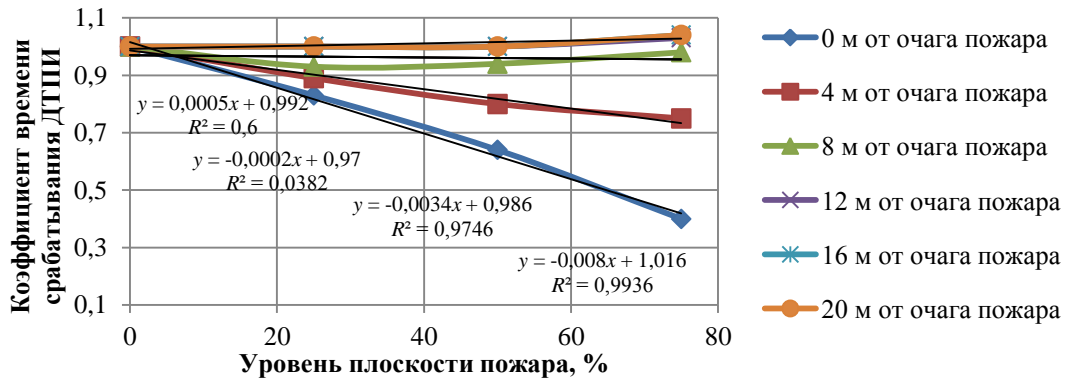


Рисунок А.28 — График коэффициентов срабатывания ДТПИ при пожаре («Резинотехнические изделия; резина, изделия из нее»)

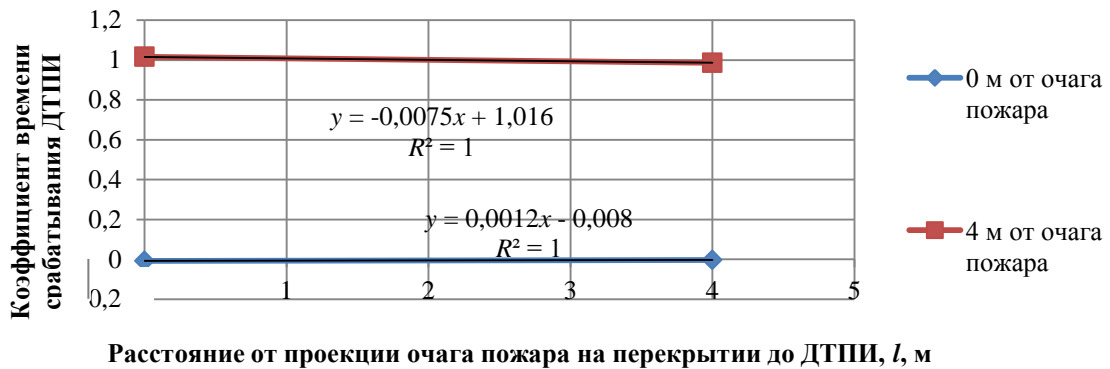


Рисунок А. 29 — График, учитывающий, весовые коэффициенты влияния расстояния от очага пожара до извещателя и высоты плоскости пожара на расстоянии от 0 до 4 м

Значения уравнений линий тренда  $y$  и величин достоверности аппроксимации  $R^2$  для зависимостей, представленных на рисунке А.29, будут следующими:

– расстояние 0–4 м от очага пожара:

$$y = -0,0075x + 1,016; \quad R^2 = 1;$$

– расстояние 4 м от очага пожара:

$$y = 0,0012x - 0,008; \quad R^2 = 1.$$

Таким образом, определена формула коэффициента  $P_r$  для расстояния от 0 до 4 м от ДТПИ до очага пожара:

$$P_r = (0,00012l - 0,008)x + (-0,0075l + 1,016).$$

График, учитывающий весовые коэффициенты влияния расстояния от очага пожара до извещателя и высоты плоскости пожара на расстоянии от 4 до 8 м, представлен на рисунке А.30.

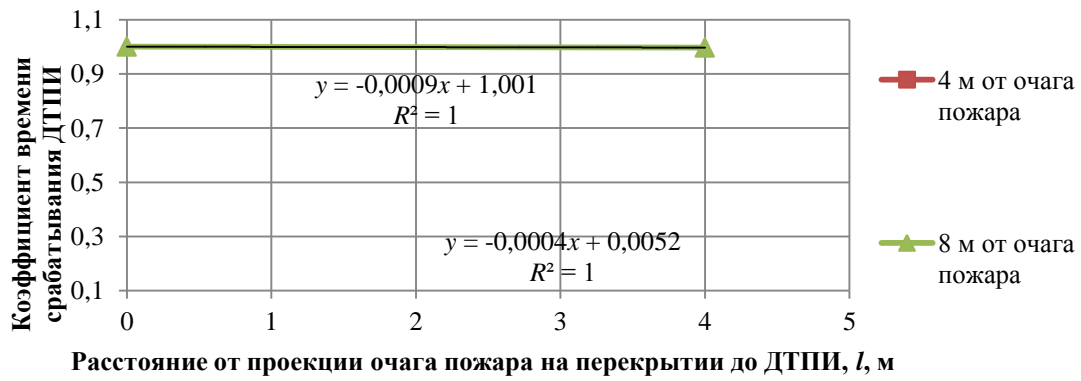


Рисунок А.30 — График учитывающий, весовые коэффициенты влияния расстояния от очага пожара до извещателя и высоты плоскости пожара на расстоянии от 4 до 8 м

Значения уравнений линий тренда  $y$  и величин достоверности аппроксимации  $R^2$  для зависимостей, представленных на рисунке А.30, будут следующими:

- расстояние 4 м от очага пожара:

$$y = -0,0009x + 1,001; \quad R^2 = 1;$$

- расстояние 8 м от очага пожара:

$$y = -0,0004x + 0,0052; \quad R^2 = 1.$$

Таким образом, определена формула коэффициента  $\Pi_r$  для расстояния от 4 до 8 м от ДТПИ до очага пожара:

$$\Pi_r = (0,0004l - 0,0011)x + (0,0007l + 1,0011).$$

Таким образом, коэффициенты  $\Pi_r$  для пожарной нагрузки «Резинотехнические изделия; резина, изделия из нее» будут следующими:

- 0–4 м от очага пожара:

$$\Pi_r = (0,0009l - 0,0076)x + (-0,0145l + 1,0253);$$

- 4–8 м от очага пожара:

$$\Pi_r = (-0,0004l + 0,0052)x + (-0,0009l + 1,001);$$

- 8–12 м от очага пожара:

$$\Pi_r = 0,00036x + 0,994;$$

- 12–16 м от очага пожара:

$$\Pi_r = 0,00052x + 0,993;$$

- 16–20 м от очага пожара:

$$P_r = 0,0001x + 0,998.$$

Здесь  $x$  — уровень плоскости пожара (от 0 до 75 % высоты помещения), %:

$$x = \frac{h}{H} \cdot 100 \%,$$

где  $H$  — высота помещения очага пожара, м;  $h$  — высота плоскости пожара, м;  $l$  — расстояние от проекции очага пожара до ДТПИ, м.

### Горючая нагрузка «Склад бумаги в рулонах»

График коэффициентов срабатывания ДТПИ при пожаре в зависимости от высоты плоскости пожара и удаленности ДТПИ от очага пожара, (площадь помещения 1600–14400 м<sup>2</sup>) представлен на рисунке А.31.

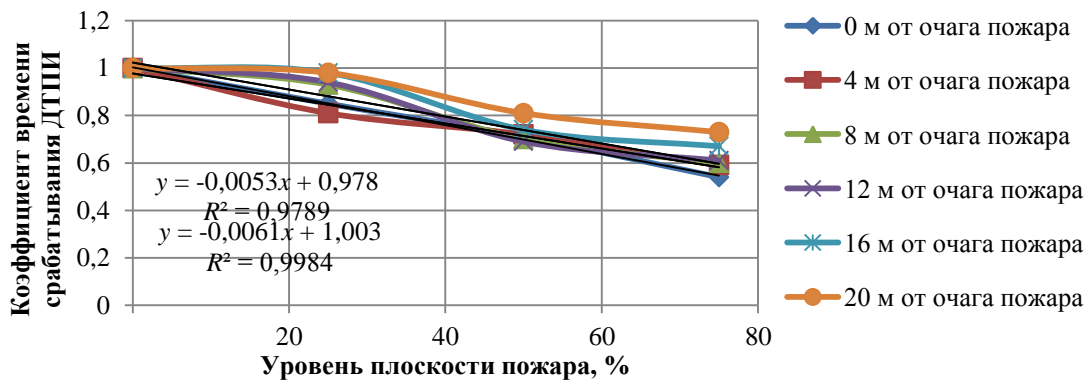


Рисунок А.31 — График коэффициентов срабатывания ДТПИ при пожаре («Склад бумаги в рулонах»)

Значения уравнений линий тренда  $y$  и величин достоверности аппроксимации  $R^2$  для зависимостей, представленных на рисунке А.31, будут следующими:

– 0 м от очага пожара:

$$y = -0,00001x^2 - 0,00548x + 0,99800; \quad R^2 = 0,9984;$$

– 4 м от очага пожара:

$$y = 0,00002x^2 - 0,00708x + 0,99300; \quad R^2 = 0,98899;$$

График, учитывающий весовые коэффициенты влияния расстояния от очага пожара до извещателя и высоты плоскости пожара на расстоянии от 0 до 4 м, представлен на рисунке А.32.

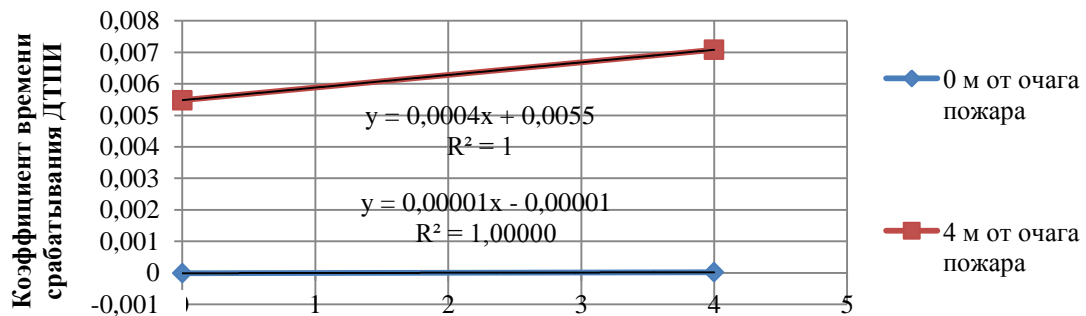
Значения уравнений линий тренда  $y$  и величин достоверности аппроксимации  $R^2$  для зависимостей, представленных на рисунке А.32, будут следующими:

- расстояние 0 м от очага пожара:

$$y = 0,00001x - 0,00001; \quad R^2 = 1;$$

- расстояние 4 м от очага пожара:

$$y = 0,0004x + 0,0055; \quad R^2 = 1.$$



Расстояние от проекции очага пожара на перекрытии до ДТПИ,  $l$ , м

Рисунок А.32 — График, учитывающий весовые коэффициенты влияния расстояния от очага пожара до извещателя и высоты плоскости пожара на расстоянии от 0 до 4 м

Таким образом, определена формула коэффициента  $P_r$  для расстояния 0 метров от ДТПИ до очага пожара:

$$P_r = -0,0061x + 1,003.$$

Таким образом, определена формула коэффициента  $P_r$  для расстояния от 0 до 4 м от ДТПИ до очага пожара:

$$P_r = (0,00001l - 0,00001)x + (0,0004l + 0,0055).$$

Значения уравнений линий тренда  $y$  и величин достоверности аппроксимации  $R^2$  для зависимостей, представленных на рисунке А.33, будут следующими:

- расстояние 4 м от очага пожара:

$$y = 0,00002x^2 - 0,00708x + 0,99300; \quad R^2 = 0,98899;$$

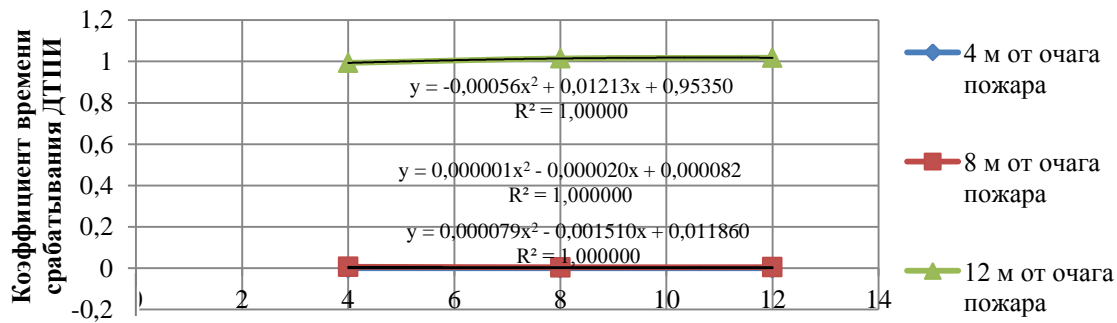
- расстояние 8 м от очага пожара:

$$y = -0,00001x^2 - 0,00482x + 1,0145; \quad R^2 = 0,9396;$$

- расстояние 12 м от очага пожара:

$$y = -0,000008x^2 - 0,00508x + 1,01800; \quad R^2 = 0,9396.$$

График, учитывающий весовые коэффициенты влияния расстояния от очага пожара до извещателя и высоты плоскости пожара на расстоянии от 4 до 12 м, представлен на рисунке А.33.



Расстояние от проекции очага пожара на перекрытии до ДТПИ,  $l$ , м

Рисунок А.33 — График, учитывающий весовые коэффициенты влияния расстояния от очага пожара до извещателя и высоты плоскости пожара на расстоянии от 4 до 12 м

Значения уравнений линий тренда  $y$  и величин достоверности аппроксимации  $R^2$  для зависимостей, представленных на рисунках А.33, будут следующими:

– 4 м от очага пожара:

$$y = 0,000001x^2 - 0,000019x + 0,000080; \quad R^2 = 1;$$

– 8 м от очага пожара:

$$y = 0,000079x^2 - 0,001510x + 0,011860; \quad R^2 = 1;$$

– 12 м от очага пожара:

$$y = -0,000056x^2 + 0,01213x + 0,95350; \quad R^2 = 1.$$

Таким образом, определена формула коэффициента  $\Pi_r$  от ДТПИ до очага пожара:

– расстояние от очага пожара от 4 до 12 м:

$$\Pi_r = (0,000001l^2 - 0,000019l + 0,000080)x^2 - (0,000079l^2 - 0,001510l + 0,011860)x + (-0,000056l^2 + 0,01213l + 0,95350);$$

График, учитывающий весовые коэффициенты влияния расстояния от очага пожара до извещателя и высоты плоскости пожара на расстоянии от 12 до 16 м, представлен на рисунке А.34.

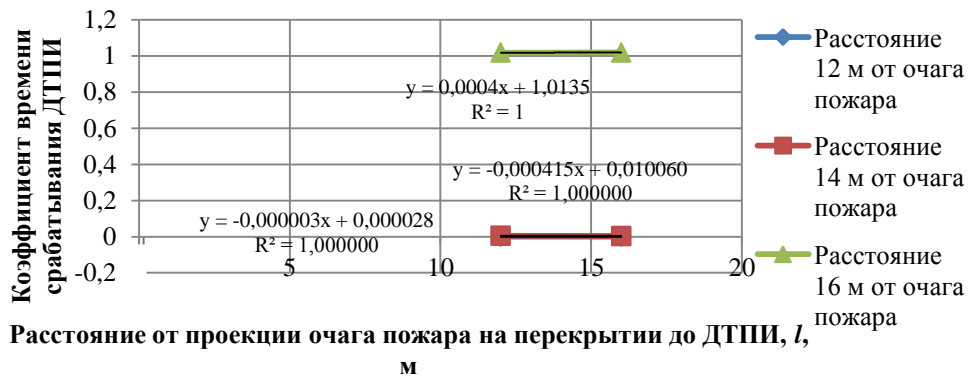


Рисунок А.34 — График, учитывающий весовые коэффициенты влияния расстояния от очага пожара до извещателя и высоты плоскости пожара на расстоянии от 12 до 16 м

Значения уравнений линий тренда  $y$  и величин достоверности аппроксимации  $R^2$  для зависимостей, представленных на рисунках А.34, будут следующими:

– расстояние от очага пожара 12 м:

$$y = -0,000003x + 0,000028; \quad R^2 = 1;$$

– расстояние от очага пожара 14 м:

$$y = -0,000415x + 0,010060; \quad R^2 = 1;$$

– расстояние от очага пожара 16 м:

$$y = 0,0004x + 1,0135; \quad R^2 = 1.$$

Таким образом, определена формула коэффициента  $\Pi_r$  для расстояния от 12 до 16 м от ДТПИ до очага пожара:

$$\Pi_r = (-0,000003x + 0,000028)l^2 - (-0,000415x + 0,010060)l + (0,0004x + 1,0135).$$

График, учитывающий весовые коэффициенты влияния расстояния от очага пожара до извещателя и высоты плоскости пожара на расстоянии от 16 до 20 м, представлен на рисунке А.35.

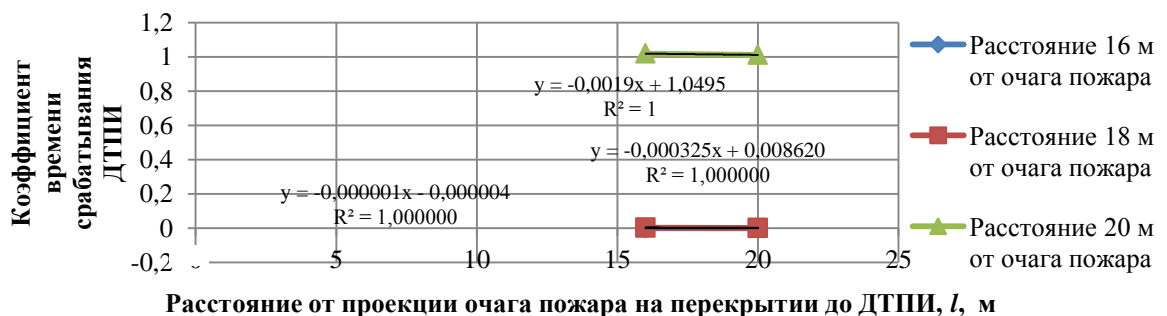


Рисунок А.35 — График, учитывающий, весовые коэффициенты влияния расстояния от очага пожара до извещателя и высоты плоскости пожара на расстоянии от 16 до 20 м

Значения уравнений линий тренда  $y$  и величин достоверности аппроксимации  $R^2$  для зависимостей, представленных на рисунке А.35, будут следующими:

- расстояние от очага пожара 16 м:

$$y = -0,0000010x - 0,0000040; \quad R^2 = 1;$$

- расстояние от очага пожара 18 м:

$$y = -0,000325x + 0,008620; \quad R^2 = 1;$$

- расстояние от очага пожара 20 м:

$$y = -0,0019x + 1,0495; \quad R^2 = 1.$$

Таким образом, определена формула коэффициента  $\Pi_r$  для расстояния от 16 до 20 м от ДТПИ до очага пожара:

$$\Pi_r = (-0,0000010x - 0,0000040)l^2 - (-0,000325h + 0,008620)l + (-0,0019x + 1,0495).$$

При удалении ДТПИ очага пожара  $\Pi_r$ :

- 0 м:

$$\Pi_r = -0,0061x + 1,003.$$

- 0–4 м:

$$\Pi_r = (0,00001l - 0,00001)x + (0,0004l + 0,0055)$$

- 4–12 м:

$$\Pi_r = (0,000001l^2 - 0,000019l + 0,000080)x^2 - (0,000079l^2 - 0,001510l + 0,011080)x + (-0,000056l^2 + 0,01213l + 0,95350);$$

- 12–16 м:

$$\Pi_r = (-0,000003x + 0,000028)l^2 - (-0,000415x + 0,010060)l + (0,0004x + 1,0135)$$

- 16–20 м:

$$\Pi_r = (-0,0000010l - 0,0000040)x^2 - (-0,000325l + 0,008620)x + (-0,0019l + 1,0495).$$

Здесь  $x$  — уровень плоскости пожара (от 0 до 75 % высоты помещения), %:

$$x = \frac{h}{H} \cdot 100 \%,$$



где  $H$  — высота помещения очага пожара, м;  $h$  — высота плоскости пожара, м;  $l$  — расстояние от проекции очага пожара до ДТПИ, м.

**Приложение Б**  
**(обязательное)**

**Определение времени срабатывания дымовых точечных пожарных  
извещателей при пожаре в помещении**

Исходные данные и результаты расчета динамики опасных факторов пожара (далее – ОФП) в помещении по первому варианту расчета - горючая нагрузка «Радиоматериалы: поли- (этилен + стирол + пропил) гетинакс»:

- расстояние от очага пожара до первого ДТПИ 4,5 м;
- высота плоскости пожара 2 м.

Параметры горючей нагрузки представлены в таблице Б.1.

Таблица Б.1 – Параметры горючей нагрузки «Радиоматериалы: поли- (этилен + стирол + пропил) гетинакс» (первый вариант расчета)

Наименование	Значение
Низшая теплота сгорания, Дж/кг	34 800
Линейная скорость распространения пламени, м/с	0,0137
Удельная массовая скорость выгорания, кг/(м <sup>2</sup> ·с)	0,0177
Дымообразующая способность, Нп·м <sup>2</sup> /кг	381,0
Количество, СО выделяющегося при сгорании 1 кг вещества, кг/кг	0,1000
Количество, СО <sub>2</sub> выделяющегося при сгорании 1 кг вещества, кг/кг	0,7640
Количество, НСl выделяющегося при сгорании 1 кг вещества, кг/кг	0,0073
Количество, О <sub>2</sub> поглощающегося при сгорании 1 кг вещества, кг/кг	3,312

Параметры пожарных извещателей представлены в таблице Б.2.

Таблица Б.2 – Параметры пожарных извещателей (первый вариант расчета)

Номер п/п	Наименование	Помещение	Высота размещения, м	Тип	Чувствительность, дБ/м
1	Д 1	–	6,00	Дымовой	0,20
2	Д 2	–	6,00	Дымовой	0,20
3	Д 3	–	6,00	Дымовой	0,20
4	Д 4	–	6,00	Дымовой	0,20

Параметры расчета представлены в таблице Б.3.

Таблица Б.3 – Параметры расчета (первый вариант расчета)

Наименование	Значение
Температура наружного воздуха, °С	37,0
Давление на нулевой отметке, Па	101 325,0
Масса горючей нагрузки, приходящаяся на единицу площади поверхности горения, кг/м <sup>2</sup>	200,0
Среднеповерхностная плотность теплового излучения пламени, кВт/м <sup>2</sup>	40,0
Расстояние от плоскости пожара до пола, м	2,0
Размер ячейки по оси X, м	0,296
Размер ячейки по оси Y, м	0,296
Размер ячейки по оси Z, м	0,296

Результаты расчета значений ОФП представлены в таблице Б. 4 (цветом выделено время наступления критических значений опасных факторов пожара).

Таблица Б.4 – Результаты расчета значений ОФП на участках замера «1» (первый вариант расчета)

Время, с	Температура, °С	Парциальная плотность O <sub>2</sub> , кг/куб. м.	Оптическая плотность дыма, Нп/м	Парциальная плотность HCl, кг/куб. м.	Парциальная плотность CO <sub>2</sub> , кг/куб. м.	Парциальная плотность CO, кг/куб. м.	Интенсивность теплового потока q, кВт/м <sup>2</sup> .
0–20	37,0	0,264	0	0	0	0	0
21–26	37,1	0,264	$2,243 \cdot 10^{-289}$	$2,07 \cdot 10^{-295}$	$2,648 \cdot 10^{-293}$	$2,205 \cdot 10^{-294}$	0
27–30	37,1	0,264	$5,303 \cdot 10^{-255}$	$5,268 \cdot 10^{-261}$	$6,738 \cdot 10^{-259}$	$5,613 \cdot 10^{-260}$	0
31–33	37,2	0,264	$5,064 \cdot 10^{-232}$	$5,238 \cdot 10^{-238}$	$6,7 \cdot 10^{-236}$	$5,58 \cdot 10^{-237}$	0
34–36	37,2	0,264	$9,8 \cdot 10^{-211}$	$1,038 \cdot 10^{-216}$	$1,328 \cdot 10^{-214}$	$1,106 \cdot 10^{-215}$	0
37–39	37,3	0,264	$2,854 \cdot 10^{-189}$	$3,078 \cdot 10^{-195}$	$3,938 \cdot 10^{-193}$	$3,28 \cdot 10^{-194}$	0
40–41	37,4	0,264	$1,083 \cdot 10^{-174}$	$1,182 \cdot 10^{-180}$	$1,512 \cdot 10^{-178}$	$1,259 \cdot 10^{-179}$	0
42–43	37,4	0,264	$6,847 \cdot 10^{-162}$	$7,569 \cdot 10^{-168}$	$9,682 \cdot 10^{-166}$	$8,064 \cdot 10^{-167}$	0
44–45	37,5	0,264	$2,547 \cdot 10^{-149}$	$2,854 \cdot 10^{-155}$	$3,65 \cdot 10^{-153}$	$3,041 \cdot 10^{-154}$	0
46–47	37,5	0,265	$2,48 \cdot 10^{-136}$	$2,816 \cdot 10^{-142}$	$3,602 \cdot 10^{-140}$	$3 \cdot 10^{-141}$	0
48–49	37,6	0,265	$6,996 \cdot 10^{-123}$	$8,039 \cdot 10^{-129}$	$1,028 \cdot 10^{-126}$	$8,565 \cdot 10^{-128}$	0
50–51	37,7	0,265	$4,599 \cdot 10^{-109}$	$5,339 \cdot 10^{-115}$	$6,829 \cdot 10^{-113}$	$5,688 \cdot 10^{-114}$	0
52–53	37,7	0,265	$4,842 \cdot 10^{-95}$	$5,669 \cdot 10^{-101}$	$7,252 \cdot 10^{-99}$	$6,04 \cdot 10^{-100}$	0
54–55	37,8	0,265	$8,935 \cdot 10^{-81}$	$1,054 \cdot 10^{-86}$	$1,349 \cdot 10^{-84}$	$1,123 \cdot 10^{-85}$	0
56	37,9	0,265	$6,478 \cdot 10^{-74}$	$7,672 \cdot 10^{-80}$	$9,813 \cdot 10^{-78}$	$8,174 \cdot 10^{-79}$	0
57	37,9	0,265	$2,39 \cdot 10^{-67}$	$2,841 \cdot 10^{-73}$	$3,634 \cdot 10^{-71}$	$3,027 \cdot 10^{-72}$	0
58	38,0	0,266	$5,825 \cdot 10^{-61}$	$6,952 \cdot 10^{-67}$	$8,893 \cdot 10^{-65}$	$7,407 \cdot 10^{-66}$	0
59	38,0	0,266	$9,316 \cdot 10^{-55}$	$1,116 \cdot 10^{-60}$	$1,428 \cdot 10^{-58}$	$1,189 \cdot 10^{-59}$	0
60	38,1	0,266	$1,061 \cdot 10^{-48}$	$1,276 \cdot 10^{-54}$	$1,633 \cdot 10^{-52}$	$1,36 \cdot 10^{-53}$	0
61	38,1	0,266	$6,549 \cdot 10^{-43}$	$7,907 \cdot 10^{-49}$	$1,011 \cdot 10^{-46}$	$8,424 \cdot 10^{-48}$	0
62	38,2	0,266	$2,041 \cdot 10^{-37}$	$2,472 \cdot 10^{-43}$	$3,162 \cdot 10^{-41}$	$2,634 \cdot 10^{-42}$	0
63	38,2	0,266	$3,032 \cdot 10^{-32}$	$3,685 \cdot 10^{-38}$	$4,714 \cdot 10^{-36}$	$3,927 \cdot 10^{-37}$	0
64	38,3	0,266	$2,036 \cdot 10^{-27}$	$2,483 \cdot 10^{-33}$	$3,176 \cdot 10^{-31}$	$2,645 \cdot 10^{-32}$	0
65	38,3	0,266	$5,943 \cdot 10^{-23}$	$7,268 \cdot 10^{-29}$	$9,296 \cdot 10^{-27}$	$7,743 \cdot 10^{-28}$	0
66	38,4	0,267	$6,763 \cdot 10^{-19}$	$8,293 \cdot 10^{-25}$	$1,061 \cdot 10^{-22}$	$8,835 \cdot 10^{-24}$	0
67	38,4	0,267	$2,898 \cdot 10^{-15}$	$3,564 \cdot 10^{-21}$	$4,558 \cdot 10^{-19}$	$3,797 \cdot 10^{-20}$	0
68	38,5	0,267	$4,511 \cdot 10^{-12}$	$5,561 \cdot 10^{-18}$	$7,113 \cdot 10^{-16}$	$5,925 \cdot 10^{-17}$	0
69	38,5	0,267	$2,507 \cdot 10^{-9}$	$3,099 \cdot 10^{-15}$	$3,964 \cdot 10^{-13}$	$3,301 \cdot 10^{-14}$	0
70	38,6	0,267	$4,866 \cdot 10^{-7}$	$6,029 \cdot 10^{-13}$	$7,712 \cdot 10^{-11}$	$6,424 \cdot 10^{-12}$	0
71	38,6	0,267	$3,198 \cdot 10^{-5}$	$3,973 \cdot 10^{-11}$	$5,082 \cdot 10^{-9}$	$4,233 \cdot 10^{-10}$	0
72	38,8	0,268	$7,239 \cdot 10^{-4}$	$9,013 \cdot 10^{-10}$	$1,153 \cdot 10^{-7}$	$9,603 \cdot 10^{-9}$	0
73	39,3	0,267	0,006	$7,713 \cdot 10^{-9}$	$9,866 \cdot 10^{-7}$	$8,218 \cdot 10^{-8}$	0
74	40,2	0,267	0,024	$3,007 \cdot 10^{-8}$	$3,846 \cdot 10^{-6}$	$3,204 \cdot 10^{-7}$	0
75	41,4	0,266	0,055	$6,819 \cdot 10^{-8}$	$8,723 \cdot 10^{-6}$	$7,266 \cdot 10^{-7}$	0

Время, с	Температура, °С	Парциальная плотность O <sub>2</sub> , кг/куб. м.	Оптическая плотность дыма, Нп/м	Парциальная плотность HCl, кг/куб. м.	Парциальная плотность CO <sub>2</sub> , кг/куб. м.	Парциальная плотность CO, кг/куб. м.	Интенсивность теплового потока q, кВт/м <sup>2</sup> .
76	42,6	0,265	0,089	$1,107 \cdot 10^{-7}$	$1,416 \cdot 10^{-5}$	$1,179 \cdot 10^{-6}$	0
77	43,7	0,265	0,119	$1,484 \cdot 10^{-7}$	$1,898 \cdot 10^{-5}$	$1,581 \cdot 10^{-6}$	0

Исходные данные и результаты расчета динамики ОФП по *второму варианту расчета* — горючая нагрузка «Резинотехнические изделия; резина, изделия из нее»:

- расстояние от очага пожара до первого ДТПИ 4 м;
- высота плоскости пожара 5 м.

Параметры горючей нагрузки представлены в таблице Б.5.

Таблица Б.5 – Параметры горючей нагрузки «Резинотехнические изделия; резина, изделия из нее» (второй вариант расчета)

Наименование	Значение
Низшая теплота сгорания, Дж/кг	36 000
Линейная скорость распространения пламени, м/с	0,0184
Удельная массовая скорость выгорания, кг/(м <sup>2</sup> ·с)	0,0112
Дымообразующая способность, Нп·м <sup>2</sup> /кг	850,0
Количество, CO выделяющегося при сгорании 1 кг вещества, кг/кг	0,0150
Количество, CO <sub>2</sub> выделяющегося при сгорании 1 кг вещества, кг/кг	0,4160
Количество, HCl выделяющегося при сгорании 1 кг вещества, кг/кг	0,0000
Количество, O <sub>2</sub> поглощающегося при сгорании 1 кг вещества, кг/кг	2,990

Параметры пожарных извещателей представлены в таблице Б.6.

Таблица Б.6 – Параметры пожарных извещателей (второй вариант расчета)

Номер п/п	Наименование	Помещение	Высота размещения, м	Тип	Чувствительность, дБ/м
1	Д 1	–	6,00	Дымовой	0,20
2	Д 2	–	6,00	Дымовой	0,20
3	Д 3	–	6,00	Дымовой	0,20
4	Д 4	–	6,00	Дымовой	0,20

Параметры расчета представлены в таблице Б.7.

Таблица Б.7 – Параметры расчета (второй вариант расчета)

Наименование	Значение
Температура наружного воздуха, °С	37,0
Давление на нулевой отметке, Па	101 325,0
Масса горючей нагрузки, приходящаяся на единицу площади поверхности горения, кг/м <sup>2</sup>	200,0
Среднеповерхностная плотность теплового излучения пламени, кВт/м <sup>2</sup>	40,0
Расстояние от плоскости пожара до пола, м	5,0
Размер ячейки по оси X, м	0,296
Размер ячейки по оси Y, м	0,296
Размер ячейки по оси Z, м	0,296

Результаты расчета значений ОФП представлены в таблице Б.8 (цветом выделено время наступления критических значений опасных факторов пожара).

Таблица Б.8 – Результаты расчета значений ОФП на участках замера «1» (второй вариант расчета)

Время, с	Температура, °С	Парциальная плотность O <sub>2</sub> , кг/куб. м.	Оптическая плотность дыма, Нп/м	Парциальная плотность CO <sub>2</sub> , кг/куб. м.	Парциальная плотность CO, кг/куб. м.	Интенсивность теплового потока q, кВт/м <sup>2</sup> .
0–15	37,0	0,264	0	0	0	0
16–19	37,1	0,264	0	0	0	0
20–22	37,1	0,264	$1,798 \cdot 10^{-2/4}$	$5,011 \cdot 10^{-2/9}$	$1,15 \cdot 10^{-280}$	0
23–25	37,2	0,264	$4,832 \cdot 10^{-245}$	$1,393 \cdot 10^{-249}$	$3,195 \cdot 10^{-251}$	0
26–27	37,2	0,264	$8,441 \cdot 10^{-228}$	$2,489 \cdot 10^{-252}$	$5,711 \cdot 10^{-234}$	0
28–29	37,3	0,264	$3,141 \cdot 10^{-212}$	$9,484 \cdot 10^{-217}$	$2,176 \cdot 10^{-218}$	0
30–31	37,4	0,264	$6,974 \cdot 10^{-198}$	$2,155 \cdot 10^{-202}$	$4,946 \cdot 10^{-204}$	0
32–33	37,4	0,264	$4,928 \cdot 10^{-184}$	$1,556 \cdot 10^{-188}$	$3,57 \cdot 10^{-190}$	0
34–35	37,5	0,265	$3,086 \cdot 10^{-170}$	$9,906 \cdot 10^{-175}$	$2,273 \cdot 10^{-176}$	0
36–37	37,6	0,265	$9,506 \cdot 10^{-157}$	$3,085 \cdot 10^{-161}$	$7,078 \cdot 10^{-163}$	0
38–39	37,7	0,265	$1,656 \cdot 10^{-143}$	$5,406 \cdot 10^{-148}$	$1,24 \cdot 10^{-149}$	0
40	37,7	0,265	$5,854 \cdot 10^{-137}$	$1,916 \cdot 10^{-141}$	$4,395 \cdot 10^{-143}$	0
41	37,7	0,265	$1,941 \cdot 10^{-130}$	$6,364 \cdot 10^{-135}$	$1,46 \cdot 10^{-136}$	0
42	37,8	0,265	$5,932 \cdot 10^{-124}$	$1,948 \cdot 10^{-128}$	$4,47 \cdot 10^{-130}$	0
43	37,8	0,265	$1,728 \cdot 10^{-117}$	$5,686 \cdot 10^{-122}$	$1,305 \cdot 10^{-123}$	0
44	37,9	0,265	$5,02 \cdot 10^{-111}$	$1,655 \cdot 10^{-115}$	$3,797 \cdot 10^{-117}$	0
45	37,9	0,266	$1,632 \cdot 10^{-104}$	$5,393 \cdot 10^{-109}$	$1,237 \cdot 10^{-110}$	0
46	38,0	0,266	$7,1 \cdot 10^{-98}$	$2,353 \cdot 10^{-102}$	$5,399 \cdot 10^{-104}$	0
47	38,1	0,266	$4,858 \cdot 10^{-91}$	$1,616 \cdot 10^{-95}$	$3,707 \cdot 10^{-97}$	0
48	38,1	0,266	$5,758 \cdot 10^{-84}$	$1,923 \cdot 10^{-88}$	$4,413 \cdot 10^{-90}$	0
49	38,2	0,266	$1,519 \cdot 10^{-76}$	$5,103 \cdot 10^{-81}$	$1,171 \cdot 10^{-82}$	0
50	38,2	0,266	$9,139 \cdot 10^{-69}$	$3,088 \cdot 10^{-73}$	$7,086 \cdot 10^{-75}$	0

Время, с	Температура, °С	Парциальная плотность O <sub>2</sub> , кг/куб. м.	Оптическая плотность дыма, Нп/м	Парциальная плотность CO <sub>2</sub> , кг/куб. м.	Парциальная плотность CO, кг/куб. м.	Интенсивность теплового потока q, кВт/м <sup>2</sup> .
51	38,3	0,266	$6,495 \cdot 10^{-61}$	$2,207 \cdot 10^{-65}$	$5,064 \cdot 10^{-67}$	0
52	38,4	0,266	$2,956 \cdot 10^{-53}$	$1,01 \cdot 10^{-57}$	$2,318 \cdot 10^{-59}$	0
53	38,4	0,267	$6,189 \cdot 10^{-46}$	$2,128 \cdot 10^{-50}$	$4,882 \cdot 10^{-52}$	0
54	38,5	0,267	$4,508 \cdot 10^{-39}$	$1,559 \cdot 10^{-43}$	$3,577 \cdot 10^{-45}$	0
55	38,5	0,267	$1,075 \cdot 10^{-32}$	$3,738 \cdot 10^{-37}$	$8,578 \cdot 10^{-39}$	0
56	38,6	0,267	$7,329 \cdot 10^{-27}$	$2,564 \cdot 10^{-31}$	$5,883 \cdot 10^{-33}$	0
57	38,7	0,267	$1,351 \cdot 10^{-21}$	$4,752 \cdot 10^{-26}$	$1,09 \cdot 10^{-27}$	0
58	38,7	0,268	$6,596 \cdot 10^{-17}$	$2,331 \cdot 10^{-21}$	$5,348 \cdot 10^{-23}$	0
59	38,8	0,268	$7,757 \cdot 10^{-13}$	$2,753 \cdot 10^{-17}$	$6,317 \cdot 10^{-19}$	0
60	38,9	0,268	$2,127 \cdot 10^{-9}$	$7,577 \cdot 10^{-14}$	$1,739 \cdot 10^{-15}$	0
61	38,9	0,268	$1,298 \cdot 10^{-6}$	$4,637 \cdot 10^{-11}$	$1,064 \cdot 10^{-12}$	0
62	39,0	0,268	$1,677 \cdot 10^{-4}$	$6,006 \cdot 10^{-9}$	$1,378 \cdot 10^{-10}$	0
63	39,3	0,268	0,005	$1,723 \cdot 10^{-7}$	$3,954 \cdot 10^{-9}$	0
64	40,2	0,268	0,038	$1,371 \cdot 10^{-6}$	$3,145 \cdot 10^{-8}$	0
65	41,9	0,267	0,123	$4,404 \cdot 10^{-6}$	$1,01 \cdot 10^{-7}$	0

Исходные данные и результаты расчета динамики ОФП по третьему варианту расчета - горючая нагрузка «Склад бумаги в рулонах»:

- расстояние от очага пожара до первого ДТПИ 6 м;
- высота плоскости пожара — 0 м.

Параметры горючей нагрузки представлены в таблице Б.9.

Таблица Б.9 – Параметры горючей нагрузки «Склад бумаги в рулонах» (третий вариант расчета)

Наименование	Значение
Низшая теплота сгорания, Дж/кг	15 100
Линейная скорость распространения пламени, м/с	0,0050
Удельная массовая скорость выгорания, кг/(м <sup>2</sup> ·с)	0,0080
Дымообразующая способность, Нп·м <sup>2</sup> /кг	41,0
Количество, СО выделяющегося при сгорании 1 кг вещества, кг/кг	0,1077
Количество, CO <sub>2</sub> выделяющегося при сгорании 1 кг вещества, кг/кг	0,6635
Количество, HCl выделяющегося при сгорании 1 кг вещества, кг/кг	0,0000
Количество, O <sub>2</sub> поглощающегося при сгорании 1 кг вещества, кг/кг	1,158

Параметры пожарных извещателей представлены в таблице Б.10.

Таблица Б.10 – Параметры пожарных извещателей (третий вариант расчета)

Номер п/п	Наименование	Помещение	Высота размещения, м	Тип	Чувствительность, дБ/м
1	Д 1	–	6,00	Дымовой	0,20
2	Д 2	–	6,00	Дымовой	0,20
3	Д 3	–	6,00	Дымовой	0,20
4	Д 4	–	6,00	Дымовой	0,20

Параметры расчета представлены в таблице Б. 11.

Таблица Б.11 – Параметры расчета (третий вариант расчета)

Наименование	Значение
Температура наружного воздуха, °С	37,0
Давление на нулевой отметке, Па	101 325,0
Масса горючей нагрузки, приходящаяся на единицу площади поверхности горения, кг/м <sup>2</sup>	200,0
Среднеповерхностная плотность теплового излучения пламени, кВт/м <sup>2</sup>	40,0
Расстояние от плоскости пожара до пола, м	0,0
Размер ячейки по оси X, м	0,296
Размер ячейки по оси Y, м	0,296
Размер ячейки по оси Z, м	0,296

Результаты расчета значений ОФП представлены в таблице Б.12 (цветом выделено время наступления критических значений опасных факторов пожара).

Таблица Б.12 – Результаты расчета значений ОФП на участках замера «1» (третий вариант расчета)

Время, с	Температура, °С	Парциальная плотность O <sub>2</sub> , кг/куб. м.	Оптическая плотность дыма, Нп/м	Парциальная плотность CO <sub>2</sub> , кг/куб. м.	Парциальная плотность CO, кг/куб. м.	Интенсивность теплового потока q, кВт/м <sup>2</sup> .
0-62	37,0	0,264	$2,009 \cdot 10^{-260}$	$1,734 \cdot 10^{-263}$	$1,792 \cdot 10^{-264}$	0
63-84	37,1	0,264	$5,654 \cdot 10^{-165}$	$5,16 \cdot 10^{-168}$	$5,33 \cdot 10^{-169}$	0
85-100	37,1	0,264	$9,165 \cdot 10^{-100}$	$8,428 \cdot 10^{-103}$	$8,705 \cdot 10^{-104}$	0
101-113	37,2	0,264	$1,127 \cdot 10^{-56}$	$1,034 \cdot 10^{-59}$	$1,068 \cdot 10^{-60}$	0
114-124	37,2	0,264	$3,05 \cdot 10^{-30}$	$2,796 \cdot 10^{-33}$	$2,888 \cdot 10^{-34}$	0
125-132	37,2	0,264	$3,571 \cdot 10^{-17}$	$3,276 \cdot 10^{-20}$	$3,384 \cdot 10^{-21}$	0
133-140	37,3	0,264	$1,102 \cdot 10^{-8}$	$1,013 \cdot 10^{-11}$	$1,046 \cdot 10^{-12}$	0
141-144	37,3	0,264	$5,042 \cdot 10^{-6}$	$4,643 \cdot 10^{-9}$	$4,796 \cdot 10^{-10}$	0
145	37,3	0,264	$1,63 \cdot 10^{-5}$	$1,502 \cdot 10^{-8}$	$1,551 \cdot 10^{-9}$	0
146	37,3	0,264	$4,601 \cdot 10^{-5}$	$4,241 \cdot 10^{-8}$	$4,38 \cdot 10^{-9}$	0
147	37,3	0,264	$1,141 \cdot 10^{-4}$	$1,052 \cdot 10^{-7}$	$1,087 \cdot 10^{-8}$	0
148	37,3	0,264	$2,511 \cdot 10^{-4}$	$2,316 \cdot 10^{-7}$	$2,392 \cdot 10^{-8}$	0
149	37,4	0,264	$4,942 \cdot 10^{-4}$	$4,561 \cdot 10^{-7}$	$4,711 \cdot 10^{-8}$	0



Время, с	Температура, °С	Парциальная плотность O <sub>2</sub> , кг/куб. м.	Оптическая плотность дыма, Нп/м	Парциальная плотность CO <sub>2</sub> , кг/куб. м.	Парциальная плотность CO, кг/куб. м.	Интенсивность теплового потока $q$ , кВт/м <sup>2</sup> .
150	37,4	0,264	$8,803 \cdot 10^{-4}$	$8,127 \cdot 10^{-7}$	$8,395 \cdot 10^{-8}$	0
151	37,5	0,264	0,001	$1,325 \cdot 10^{-6}$	$1,368 \cdot 10^{-7}$	0
152	37,5	0,264	0,002	$1,997 \cdot 10^{-6}$	$2,063 \cdot 10^{-7}$	0
153	37,6	0,264	0,003	$2,815 \cdot 10^{-6}$	$2,908 \cdot 10^{-7}$	0
154	37,7	0,264	0,004	$3,747 \cdot 10^{-6}$	$3,87 \cdot 10^{-7}$	0
155	37,7	0,264	0,005	$4,751 \cdot 10^{-6}$	$4,907 \cdot 10^{-7}$	0
156	37,8	0,264	0,006	$5,785 \cdot 10^{-6}$	$5,976 \cdot 10^{-7}$	0
157	37,9	0,264	0,007	$6,813 \cdot 10^{-6}$	$7,038 \cdot 10^{-7}$	0
158	38,0	0,264	0,008	$7,806 \cdot 10^{-6}$	$8,063 \cdot 10^{-7}$	0
159	38,0	0,264	0,009	$8,745 \cdot 10^{-6}$	$9,033 \cdot 10^{-7}$	0
160	38,1	0,264	0,01	$9,617 \cdot 10^{-6}$	$9,934 \cdot 10^{-7}$	0
161	38,1	0,264	0,011	$1,042 \cdot 10^{-5}$	$1,076 \cdot 10^{-6}$	0
162	38,2	0,264	0,012	$1,115 \cdot 10^{-5}$	$1,152 \cdot 10^{-6}$	0
163	38,3	0,264	0,013	$1,181 \cdot 10^{-5}$	$1,22 \cdot 10^{-6}$	0
164	38,3	0,264	0,013	$1,241 \cdot 10^{-5}$	$1,282 \cdot 10^{-6}$	0
165	38,3	0,264	0,014	$1,295 \cdot 10^{-5}$	$1,338 \cdot 10^{-6}$	0
166	38,4	0,264	0,014	$1,345 \cdot 10^{-5}$	$1,389 \cdot 10^{-6}$	0
167	38,4	0,264	0,015	$1,389 \cdot 10^{-5}$	$1,435 \cdot 10^{-6}$	0
168	38,4	0,264	0,015	$1,43 \cdot 10^{-5}$	$1,477 \cdot 10^{-6}$	0
169	38,5	0,264	0,016	$1,468 \cdot 10^{-5}$	$1,516 \cdot 10^{-6}$	0
170	38,5	0,264	0,016	$1,503 \cdot 10^{-5}$	$1,552 \cdot 10^{-6}$	0
171	38,5	0,264	0,016	$1,535 \cdot 10^{-5}$	$1,586 \cdot 10^{-6}$	0
172	38,6	0,264	0,017	$1,566 \cdot 10^{-5}$	$1,618 \cdot 10^{-6}$	0
173	38,6	0,264	0,017	$1,595 \cdot 10^{-5}$	$1,648 \cdot 10^{-6}$	0
174	38,6	0,264	0,017	$1,623 \cdot 10^{-5}$	$1,677 \cdot 10^{-6}$	0
175	38,6	0,264	0,018	$1,65 \cdot 10^{-5}$	$1,704 \cdot 10^{-6}$	0
176	38,7	0,264	0,018	$1,676 \cdot 10^{-5}$	$1,732 \cdot 10^{-6}$	0
177	38,7	0,264	0,018	$1,702 \cdot 10^{-5}$	$1,758 \cdot 10^{-6}$	0
178	38,7	0,264	0,018	$1,728 \cdot 10^{-5}$	$1,785 \cdot 10^{-6}$	0
179	38,7	0,264	0,019	$1,753 \cdot 10^{-5}$	$1,811 \cdot 10^{-6}$	0
180	38,8	0,264	0,019	$1,779 \cdot 10^{-5}$	$1,837 \cdot 10^{-6}$	0
181	38,8	0,264	0,019	$1,804 \cdot 10^{-5}$	$1,863 \cdot 10^{-6}$	0
182	38,8	0,264	0,019	$1,829 \cdot 10^{-5}$	$1,889 \cdot 10^{-6}$	0
183	38,8	0,264	0,02	$1,855 \cdot 10^{-5}$	$1,916 \cdot 10^{-6}$	0
184	38,9	0,264	0,02	$1,88 \cdot 10^{-5}$	$1,942 \cdot 10^{-6}$	0
185	38,9	0,264	0,02	$1,905 \cdot 10^{-5}$	$1,968 \cdot 10^{-6}$	0
186	38,9	0,264	0,02	$1,931 \cdot 10^{-5}$	$1,994 \cdot 10^{-6}$	0
187	39,0	0,264	0,021	$1,956 \cdot 10^{-5}$	$2,021 \cdot 10^{-6}$	0
188	39,0	0,264	0,021	$1,981 \cdot 10^{-5}$	$2,047 \cdot 10^{-6}$	0

Время, с	Температура, °С	Парциальная плотность O <sub>2</sub> , кг/куб. м.	Оптическая плотность дыма, Нп/м	Парциальная плотность CO <sub>2</sub> , кг/куб. м.	Парциальная плотность CO, кг/куб. м.	Интенсивность теплового потока $q$ , кВт/м <sup>2</sup> .
189	39,0	0,264	0,021	$2,006 \cdot 10^{-5}$	$2,072 \cdot 10^{-6}$	0
190	39,0	0,264	0,021	$2,031 \cdot 10^{-5}$	$2,098 \cdot 10^{-6}$	0
191	39,1	0,264	0,022	$2,055 \cdot 10^{-5}$	$2,122 \cdot 10^{-6}$	0
192	39,1	0,264	0,022	$2,078 \cdot 10^{-5}$	$2,146 \cdot 10^{-6}$	0
193	39,1	0,264	0,022	$2,1 \cdot 10^{-5}$	$2,169 \cdot 10^{-6}$	0
194	39,1	0,264	0,022	$2,122 \cdot 10^{-5}$	$2,191 \cdot 10^{-6}$	0
195	39,2	0,264	0,022	$2,142 \cdot 10^{-5}$	$2,212 \cdot 10^{-6}$	0
196	39,2	0,264	0,023	$2,161 \cdot 10^{-5}$	$2,232 \cdot 10^{-6}$	0
197	39,2	0,264	0,023	$2,178 \cdot 10^{-5}$	$2,25 \cdot 10^{-6}$	0
198	39,2	0,264	0,023	$2,194 \cdot 10^{-5}$	$2,266 \cdot 10^{-6}$	0
199	39,2	0,264	0,023	$2,207 \cdot 10^{-5}$	$2,28 \cdot 10^{-6}$	0
200	39,2	0,264	0,023	$2,216 \cdot 10^{-5}$	$2,289 \cdot 10^{-6}$	0
201	39,2	0,264	0,023	$2,219 \cdot 10^{-5}$	$2,292 \cdot 10^{-6}$	0
202	39,2	0,264	0,023	$2,215 \cdot 10^{-5}$	$2,288 \cdot 10^{-6}$	0
203	39,2	0,264	0,023	$2,206 \cdot 10^{-5}$	$2,278 \cdot 10^{-6}$	0
204	39,2	0,264	0,023	$2,192 \cdot 10^{-5}$	$2,265 \cdot 10^{-6}$	0
205	39,2	0,264	0,023	$2,174 \cdot 10^{-5}$	$2,245 \cdot 10^{-6}$	0
206	39,1	0,264	0,022	$2,15 \cdot 10^{-5}$	$2,22 \cdot 10^{-6}$	0
207	39,1	0,264	0,022	$2,119 \cdot 10^{-5}$	$2,189 \cdot 10^{-6}$	0
208	39,1	0,264	0,022	$2,082 \cdot 10^{-5}$	$2,15 \cdot 10^{-6}$	0
209	39,0	0,264	0,021	$2,038 \cdot 10^{-5}$	$2,105 \cdot 10^{-6}$	0
210	39,0	0,264	0,021	$1,987 \cdot 10^{-5}$	$2,052 \cdot 10^{-6}$	0
211	38,9	0,264	0,02	$1,93 \cdot 10^{-5}$	$1,993 \cdot 10^{-6}$	0
212	38,9	0,265	0,02	$1,867 \cdot 10^{-5}$	$1,929 \cdot 10^{-6}$	0
213	38,8	0,265	0,019	$1,8 \cdot 10^{-5}$	$1,859 \cdot 10^{-6}$	0
214	38,7	0,265	0,018	$1,729 \cdot 10^{-5}$	$1,786 \cdot 10^{-6}$	0
215	38,7	0,265	0,017	$1,656 \cdot 10^{-5}$	$1,711 \cdot 10^{-6}$	0
216	38,6	0,265	0,017	$1,583 \cdot 10^{-5}$	$1,635 \cdot 10^{-6}$	0
217	38,6	0,265	0,016	$1,509 \cdot 10^{-5}$	$1,559 \cdot 10^{-6}$	0
218	38,5	0,265	0,015	$1,437 \cdot 10^{-5}$	$1,484 \cdot 10^{-6}$	0
219	38,5	0,265	0,014	$1,367 \cdot 10^{-5}$	$1,412 \cdot 10^{-6}$	0
220	38,5	0,265	0,014	$1,301 \cdot 10^{-5}$	$1,344 \cdot 10^{-6}$	0
221	38,4	0,265	0,013	$1,238 \cdot 10^{-5}$	$1,279 \cdot 10^{-6}$	0
222	38,4	0,265	0,012	$1,18 \cdot 10^{-5}$	$1,219 \cdot 10^{-6}$	0
223	38,4	0,265	0,012	$1,126 \cdot 10^{-5}$	$1,163 \cdot 10^{-6}$	0
224	38,4	0,265	0,011	$1,077 \cdot 10^{-5}$	$1,113 \cdot 10^{-6}$	0
225	38,3	0,265	0,011	$1,033 \cdot 10^{-5}$	$1,067 \cdot 10^{-6}$	0
226	38,3	0,265	0,01	$9,93 \cdot 10^{-6}$	$1,026 \cdot 10^{-6}$	0
227	38,3	0,266	0,01	$9,577 \cdot 10^{-6}$	$9,892 \cdot 10^{-7}$	0

Время, с	Температура, °С	Парциальная плотность O <sub>2</sub> , кг/куб. м.	Оптическая плотность дыма, Нп/м	Парциальная плотность CO <sub>2</sub> , кг/куб. м.	Парциальная плотность CO, кг/куб. м.	Интенсивность теплового потока $q$ , кВт/м <sup>2</sup> .
228	38,3	0,266	0,01	$9,268 \cdot 10^{-6}$	$9,573 \cdot 10^{-7}$	0
229	38,3	0,266	0,01	$9,003 \cdot 10^{-6}$	$9,299 \cdot 10^{-7}$	0
230	38,3	0,266	0,009	$8,776 \cdot 10^{-6}$	$9,065 \cdot 10^{-7}$	0
231	38,3	0,266	0,009	$8,587 \cdot 10^{-6}$	$8,87 \cdot 10^{-7}$	0
232	38,3	0,266	0,009	$8,429 \cdot 10^{-6}$	$8,707 \cdot 10^{-7}$	0
233	38,3	0,266	0,009	$8,301 \cdot 10^{-6}$	$8,575 \cdot 10^{-7}$	0
234	38,3	0,266	0,009	$8,2 \cdot 10^{-6}$	$8,47 \cdot 10^{-7}$	0
235	38,3	0,266	0,009	$8,123 \cdot 10^{-6}$	$8,391 \cdot 10^{-7}$	0
236	38,3	0,266	0,009	$8,068 \cdot 10^{-6}$	$8,333 \cdot 10^{-7}$	0
237	38,3	0,266	0,008	$8,033 \cdot 10^{-6}$	$8,298 \cdot 10^{-7}$	0
238–239	38,3	0,266	0,008	$8,015 \cdot 10^{-6}$	$8,279 \cdot 10^{-7}$	0
240	38,4	0,266	0,008	$8,032 \cdot 10^{-6}$	$8,297 \cdot 10^{-7}$	0
241	38,4	0,266	0,009	$8,073 \cdot 10^{-6}$	$8,339 \cdot 10^{-7}$	0
242	38,4	0,266	0,009	$8,126 \cdot 10^{-6}$	$8,393 \cdot 10^{-7}$	0
243	38,4	0,266	0,009	$8,193 \cdot 10^{-6}$	$8,463 \cdot 10^{-7}$	0
244	38,4	0,266	0,009	$8,27 \cdot 10^{-6}$	$8,542 \cdot 10^{-7}$	0
245	38,4	0,266	0,009	$8,352 \cdot 10^{-6}$	$8,627 \cdot 10^{-7}$	0
246	38,5	0,266	0,009	$8,432 \cdot 10^{-6}$	$8,71 \cdot 10^{-7}$	0
247	38,5	0,266	0,009	$8,51 \cdot 10^{-6}$	$8,791 \cdot 10^{-7}$	0
248	38,5	0,266	0,009	$8,58 \cdot 10^{-6}$	$8,863 \cdot 10^{-7}$	0
249	38,5	0,266	0,009	$8,635 \cdot 10^{-6}$	$8,919 \cdot 10^{-7}$	0
250	38,5	0,266	0,009	$8,68 \cdot 10^{-6}$	$8,966 \cdot 10^{-7}$	0
251	38,5	0,266	0,009	$8,712 \cdot 10^{-6}$	$8,999 \cdot 10^{-7}$	0
252–253	38,6	0,266	0,009	$8,723 \cdot 10^{-6}$	$9,011 \cdot 10^{-7}$	0
254	38,6	0,266	0,009	$8,701 \cdot 10^{-6}$	$8,988 \cdot 10^{-7}$	0
255	38,6	0,266	0,009	$8,658 \cdot 10^{-6}$	$8,943 \cdot 10^{-7}$	0
256	38,6	0,266	0,009	$8,592 \cdot 10^{-6}$	$8,875 \cdot 10^{-7}$	0
257	38,6	0,266	0,009	$8,507 \cdot 10^{-6}$	$8,787 \cdot 10^{-7}$	0
258	38,6	0,267	0,009	$8,392 \cdot 10^{-6}$	$8,669 \cdot 10^{-7}$	0
259	38,6	0,267	0,009	$8,256 \cdot 10^{-6}$	$8,528 \cdot 10^{-7}$	0
260	38,7	0,267	0,008	$8,097 \cdot 10^{-6}$	$8,363 \cdot 10^{-7}$	0
261	38,7	0,267	0,008	$7,92 \cdot 10^{-6}$	$8,181 \cdot 10^{-7}$	0
262	38,7	0,267	0,008	$7,725 \cdot 10^{-6}$	$7,979 \cdot 10^{-7}$	0
263	38,7	0,267	0,008	$7,506 \cdot 10^{-6}$	$7,754 \cdot 10^{-7}$	0
264	38,7	0,267	0,008	$7,264 \cdot 10^{-6}$	$7,503 \cdot 10^{-7}$	0
265	38,7	0,267	0,007	$7,01 \cdot 10^{-6}$	$7,241 \cdot 10^{-7}$	0
266	38,7	0,267	0,007	$6,745 \cdot 10^{-6}$	$6,967 \cdot 10^{-7}$	0
267	38,7	0,267	0,007	$6,48 \cdot 10^{-6}$	$6,693 \cdot 10^{-7}$	0
268	38,7	0,267	0,007	$6,215 \cdot 10^{-6}$	$6,42 \cdot 10^{-7}$	0

Время, с	Температура, °С	Парциальная плотность O <sub>2</sub> , кг/куб. м.	Оптическая плотность дыма, Нп/м	Парциальная плотность CO <sub>2</sub> , кг/куб. м.	Парциальная плотность CO, кг/куб. м.	Интенсивность теплового потока $q_f$ , кВт/м <sup>2</sup> .
269	38,7	0,267	0,006	$5,953 \cdot 10^{-6}$	$6,149 \cdot 10^{-7}$	0
270	38,7	0,267	0,006	$5,699 \cdot 10^{-6}$	$5,886 \cdot 10^{-7}$	0
271	38,7	0,267	0,006	$5,452 \cdot 10^{-6}$	$5,632 \cdot 10^{-7}$	0
272	38,7	0,267	0,005	$5,22 \cdot 10^{-6}$	$5,392 \cdot 10^{-7}$	0
273	38,7	0,267	0,005	$5,002 \cdot 10^{-6}$	$5,167 \cdot 10^{-7}$	0
274	38,7	0,267	0,005	$4,798 \cdot 10^{-6}$	$4,956 \cdot 10^{-7}$	0
275	38,7	0,267	0,005	$4,603 \cdot 10^{-6}$	$4,755 \cdot 10^{-7}$	0
276	38,7	0,267	0,005	$4,425 \cdot 10^{-6}$	$4,571 \cdot 10^{-7}$	0
277	38,7	0,267	0,004	$4,263 \cdot 10^{-6}$	$4,404 \cdot 10^{-7}$	0
278	38,7	0,267	0,004	$4,116 \cdot 10^{-6}$	$4,251 \cdot 10^{-7}$	0
279	38,7	0,267	0,004	$3,983 \cdot 10^{-6}$	$4,114 \cdot 10^{-7}$	0
280	38,7	0,267	0,004	$3,866 \cdot 10^{-6}$	$3,994 \cdot 10^{-7}$	0
281	38,8	0,268	0,004	$3,763 \cdot 10^{-6}$	$3,887 \cdot 10^{-7}$	0
282	38,8	0,268	0,004	$3,672 \cdot 10^{-6}$	$3,793 \cdot 10^{-7}$	0
283	38,8	0,268	0,004	$3,59 \cdot 10^{-6}$	$3,708 \cdot 10^{-7}$	0
284	38,8	0,268	0,004	$3,514 \cdot 10^{-6}$	$3,63 \cdot 10^{-7}$	0
285	38,8	0,268	0,004	$3,442 \cdot 10^{-6}$	$3,555 \cdot 10^{-7}$	0
286	38,8	0,268	0,004	$3,371 \cdot 10^{-6}$	$3,482 \cdot 10^{-7}$	0
287	38,8	0,268	0,003	$3,302 \cdot 10^{-6}$	$3,411 \cdot 10^{-7}$	0
288	38,8	0,268	0,003	$3,238 \cdot 10^{-6}$	$3,344 \cdot 10^{-7}$	0
289	38,9	0,268	0,003	$3,177 \cdot 10^{-6}$	$3,282 \cdot 10^{-7}$	0
290	38,9	0,268	0,003	$3,119 \cdot 10^{-6}$	$3,222 \cdot 10^{-7}$	0
291	38,9	0,268	0,003	$3,062 \cdot 10^{-6}$	$3,163 \cdot 10^{-7}$	0
292	38,9	0,268	0,003	$3,007 \cdot 10^{-6}$	$3,106 \cdot 10^{-7}$	0
293	38,9	0,268	0,003	$2,951 \cdot 10^{-6}$	$3,048 \cdot 10^{-7}$	0
294	38,9	0,268	0,003	$2,896 \cdot 10^{-6}$	$2,992 \cdot 10^{-7}$	0
295	39,0	0,268	0,003	$2,842 \cdot 10^{-6}$	$2,936 \cdot 10^{-7}$	0
296	39,0	0,268	0,003	$2,788 \cdot 10^{-6}$	$2,88 \cdot 10^{-7}$	0
297	39,0	0,268	0,003	$2,734 \cdot 10^{-6}$	$2,824 \cdot 10^{-7}$	0
298	39,0	0,268	0,003	$2,682 \cdot 10^{-6}$	$2,77 \cdot 10^{-7}$	0
299	39,0	0,268	0,003	$2,633 \cdot 10^{-6}$	$2,72 \cdot 10^{-7}$	0
300	39,0	0,268	0,003	$2,588 \cdot 10^{-6}$	$2,673 \cdot 10^{-7}$	0
301	39,1	0,268	0,003	$2,543 \cdot 10^{-6}$	$2,626 \cdot 10^{-7}$	0
302	39,1	0,268	0,003	$2,495 \cdot 10^{-6}$	$2,578 \cdot 10^{-7}$	0
303	39,1	0,268	0,003	$2,447 \cdot 10^{-6}$	$2,528 \cdot 10^{-7}$	0
304	39,1	0,269	0,003	$2,401 \cdot 10^{-6}$	$2,48 \cdot 10^{-7}$	0
305	39,1	0,269	0,002	$2,355 \cdot 10^{-6}$	$2,433 \cdot 10^{-7}$	0
306	39,2	0,269	0,002	$2,312 \cdot 10^{-6}$	$2,388 \cdot 10^{-7}$	0
307	39,2	0,269	0,002	$2,269 \cdot 10^{-6}$	$2,344 \cdot 10^{-7}$	0

Время, с	Температура, °С	Парциальная плотность O <sub>2</sub> , кг/куб. м.	Оптическая плотность дыма, Нп/м	Парциальная плотность CO <sub>2</sub> , кг/куб. м.	Парциальная плотность CO, кг/куб. м.	Интенсивность теплового потока $q$ , кВт/м <sup>2</sup> .
308	39,2	0,269	0,002	$2,228 \cdot 10^{-6}$	$2,302 \cdot 10^{-7}$	0
309	39,2	0,269	0,002	$2,188 \cdot 10^{-6}$	$2,26 \cdot 10^{-7}$	0
310	39,2	0,269	0,002	$2,148 \cdot 10^{-6}$	$2,219 \cdot 10^{-7}$	0
311	39,2	0,269	0,002	$2,112 \cdot 10^{-6}$	$2,182 \cdot 10^{-7}$	0
312	39,3	0,269	0,002	$2,076 \cdot 10^{-6}$	$2,144 \cdot 10^{-7}$	0
313	39,3	0,269	0,002	$2,042 \cdot 10^{-6}$	$2,109 \cdot 10^{-7}$	0
314	39,3	0,269	0,002	$2,01 \cdot 10^{-6}$	$2,076 \cdot 10^{-7}$	0
315	39,3	0,269	0,002	$1,979 \cdot 10^{-6}$	$2,044 \cdot 10^{-7}$	0
316	39,3	0,269	0,002	$1,949 \cdot 10^{-6}$	$2,013 \cdot 10^{-7}$	0
317	39,4	0,269	0,002	$1,918 \cdot 10^{-6}$	$1,982 \cdot 10^{-7}$	0
318	39,4	0,269	0,002	$1,887 \cdot 10^{-6}$	$1,95 \cdot 10^{-7}$	0
319	39,4	0,269	0,002	$1,857 \cdot 10^{-6}$	$1,919 \cdot 10^{-7}$	0
320	39,4	0,269	0,002	$1,828 \cdot 10^{-6}$	$1,888 \cdot 10^{-7}$	0
321	39,4	0,269	0,002	$1,798 \cdot 10^{-6}$	$1,857 \cdot 10^{-7}$	0
322	39,5	0,269	0,002	$1,769 \cdot 10^{-6}$	$1,827 \cdot 10^{-7}$	0
323	39,5	0,269	0,002	$1,739 \cdot 10^{-6}$	$1,797 \cdot 10^{-7}$	0
324	39,5	0,269	0,002	$1,711 \cdot 10^{-6}$	$1,767 \cdot 10^{-7}$	0
325	39,5	0,269	0,002	$1,682 \cdot 10^{-6}$	$1,737 \cdot 10^{-7}$	0
326	39,6	0,27	0,002	$1,654 \cdot 10^{-6}$	$1,708 \cdot 10^{-7}$	0
327	39,6	0,27	0,002	$1,628 \cdot 10^{-6}$	$1,681 \cdot 10^{-7}$	0
328	39,6	0,27	0,002	$1,601 \cdot 10^{-6}$	$1,654 \cdot 10^{-7}$	0
329	39,6	0,27	0,002	$1,577 \cdot 10^{-6}$	$1,629 \cdot 10^{-7}$	0
330	39,6	0,27	0,002	$1,553 \cdot 10^{-6}$	$1,604 \cdot 10^{-7}$	0
331	39,7	0,27	0,002	$1,53 \cdot 10^{-6}$	$1,581 \cdot 10^{-7}$	0
332	39,7	0,27	0,002	$1,51 \cdot 10^{-6}$	$1,559 \cdot 10^{-7}$	0
333	39,7	0,27	0,002	$1,49 \cdot 10^{-6}$	$1,539 \cdot 10^{-7}$	0
334	39,7	0,27	0,002	$1,473 \cdot 10^{-6}$	$1,521 \cdot 10^{-7}$	0
335	39,7	0,27	0,002	$1,456 \cdot 10^{-6}$	$1,504 \cdot 10^{-7}$	0
336	39,8	0,27	0,002	$1,442 \cdot 10^{-6}$	$1,489 \cdot 10^{-7}$	0
337	39,8	0,27	0,001	$1,428 \cdot 10^{-6}$	$1,475 \cdot 10^{-7}$	0
338	39,8	0,27	0,001	$1,416 \cdot 10^{-6}$	$1,463 \cdot 10^{-7}$	0
339	39,8	0,27	0,001	$1,405 \cdot 10^{-6}$	$1,451 \cdot 10^{-7}$	0
340–341	39,9	0,27	0,001	$1,385 \cdot 10^{-6}$	$1,43 \cdot 10^{-7}$	0
342–343	39,9	0,27	0,001	$1,366 \cdot 10^{-6}$	$1,411 \cdot 10^{-7}$	0
344	40,0	0,27	0,001	$1,357 \cdot 10^{-6}$	$1,401 \cdot 10^{-7}$	0
345	40,0	0,271	0,001	$1,347 \cdot 10^{-6}$	$1,391 \cdot 10^{-7}$	0
346	40,0	0,271	0,001	$1,336 \cdot 10^{-6}$	$1,38 \cdot 10^{-7}$	0
347	40,0	0,271	0,001	$1,324 \cdot 10^{-6}$	$1,368 \cdot 10^{-7}$	0
348	40,0	0,271	0,001	$1,312 \cdot 10^{-6}$	$1,355 \cdot 10^{-7}$	0

Время, с	Температура, °С	Парциальная плотность O <sub>2</sub> , кг/куб. м.	Оптическая плотность дыма, Нп/м	Парциальная плотность CO <sub>2</sub> , кг/куб. м.	Парциальная плотность CO, кг/куб. м.	Интенсивность теплового потока $q_f$ , кВт/м <sup>2</sup> .
349	40,1	0,271	0,001	$1,299 \cdot 10^{-6}$	$1,342 \cdot 10^{-7}$	0
350	40,1	0,271	0,001	$1,285 \cdot 10^{-6}$	$1,327 \cdot 10^{-7}$	0
351	40,1	0,271	0,001	$1,27 \cdot 10^{-6}$	$1,312 \cdot 10^{-7}$	0
352	40,1	0,271	0,001	$1,254 \cdot 10^{-6}$	$1,295 \cdot 10^{-7}$	0
353	40,2	0,271	0,001	$1,237 \cdot 10^{-6}$	$1,277 \cdot 10^{-7}$	0
354	40,2	0,271	0,001	$1,219 \cdot 10^{-6}$	$1,259 \cdot 10^{-7}$	0
355	40,2	0,271	0,001	$1,2 \cdot 10^{-6}$	$1,239 \cdot 10^{-7}$	0
356	40,2	0,271	0,001	$1,18 \cdot 10^{-6}$	$1,219 \cdot 10^{-7}$	0
357	40,3	0,271	0,001	$1,16 \cdot 10^{-6}$	$1,199 \cdot 10^{-7}$	0
358	40,3	0,271	0,001	$1,14 \cdot 10^{-6}$	$1,178 \cdot 10^{-7}$	0
359	40,3	0,271	0,001	$1,12 \cdot 10^{-6}$	$1,157 \cdot 10^{-7}$	0
360	40,3	0,271	0,001	$1,099 \cdot 10^{-6}$	$1,135 \cdot 10^{-7}$	0
361	40,4	0,271	0,001	$1,078 \cdot 10^{-6}$	$1,114 \cdot 10^{-7}$	0
362	40,4	0,271	0,001	$1,057 \cdot 10^{-6}$	$1,092 \cdot 10^{-7}$	0
363	40,4	0,272	0,001	$1,037 \cdot 10^{-6}$	$1,071 \cdot 10^{-7}$	0
364	40,4	0,272	0,001	$1,017 \cdot 10^{-6}$	$1,051 \cdot 10^{-7}$	0
365	40,5	0,272	0,001	$9,983 \cdot 10^{-7}$	$1,031 \cdot 10^{-7}$	0
366	40,5	0,272	0,001	$9,801 \cdot 10^{-7}$	$1,012 \cdot 10^{-7}$	0
367	40,5	0,272	$9,941 \cdot 10^{-4}$	$9,632 \cdot 10^{-7}$	$9,95 \cdot 10^{-8}$	0
368	40,5	0,272	$9,777 \cdot 10^{-4}$	$9,481 \cdot 10^{-7}$	$9,793 \cdot 10^{-8}$	0
369	40,6	0,272	$9,63 \cdot 10^{-4}$	$9,347 \cdot 10^{-7}$	$9,655 \cdot 10^{-8}$	0
370–371	40,6	0,272	$9,398 \cdot 10^{-4}$	$9,144 \cdot 10^{-7}$	$9,445 \cdot 10^{-8}$	0
372–373	40,7	0,272	$9,234 \cdot 10^{-4}$	$9,011 \cdot 10^{-7}$	$9,308 \cdot 10^{-8}$	0
374–375	40,7	0,272	$9,119 \cdot 10^{-4}$	$8,928 \cdot 10^{-7}$	$9,223 \cdot 10^{-8}$	0
376–377	40,8	0,272	$8,999 \cdot 10^{-4}$	$8,838 \cdot 10^{-7}$	$9,13 \cdot 10^{-8}$	0
378–379	40,9	0,272	$8,818 \cdot 10^{-4}$	$8,685 \cdot 10^{-7}$	$8,971 \cdot 10^{-8}$	0
380	40,9	0,273	$8,701 \cdot 10^{-4}$	$8,58 \cdot 10^{-7}$	$8,862 \cdot 10^{-8}$	0
381	40,9	0,273	$8,566 \cdot 10^{-4}$	$8,455 \cdot 10^{-7}$	$8,734 \cdot 10^{-8}$	0
382	41,0	0,273	$8,415 \cdot 10^{-4}$	$8,314 \cdot 10^{-7}$	$8,588 \cdot 10^{-8}$	0
383	41,0	0,273	$8,254 \cdot 10^{-4}$	$8,161 \cdot 10^{-7}$	$8,43 \cdot 10^{-8}$	0
384	41,0	0,273	$8,084 \cdot 10^{-4}$	$7,999 \cdot 10^{-7}$	$8,262 \cdot 10^{-8}$	0
385	41,0	0,273	$7,909 \cdot 10^{-4}$	$7,83 \cdot 10^{-7}$	$8,088 \cdot 10^{-8}$	0
386	41,1	0,273	$7,731 \cdot 10^{-4}$	$7,658 \cdot 10^{-7}$	$7,91 \cdot 10^{-8}$	0
387	41,1	0,273	$7,554 \cdot 10^{-4}$	$7,486 \cdot 10^{-7}$	$7,733 \cdot 10^{-8}$	0
388	41,1	0,273	$7,381 \cdot 10^{-4}$	$7,317 \cdot 10^{-7}$	$7,558 \cdot 10^{-8}$	0
389	41,1	0,273	$7,213 \cdot 10^{-4}$	$7,154 \cdot 10^{-7}$	$7,389 \cdot 10^{-8}$	0
390	41,2	0,273	$7,053 \cdot 10^{-4}$	$6,999 \cdot 10^{-7}$	$7,229 \cdot 10^{-8}$	0
391	41,2	0,273	$6,902 \cdot 10^{-4}$	$6,852 \cdot 10^{-7}$	$7,078 \cdot 10^{-8}$	0
392	41,2	0,273	$6,764 \cdot 10^{-4}$	$6,719 \cdot 10^{-7}$	$6,94 \cdot 10^{-8}$	0

Время, с	Температура, °С	Парциальная плотность O <sub>2</sub> , кг/куб. м.	Оптическая плотность дыма, Нп/м	Парциальная плотность CO <sub>2</sub> , кг/куб. м.	Парциальная плотность CO, кг/куб. м.	Интенсивность теплового потока $q_w$ , кВт/м <sup>2</sup> .
393	41,3	0,273	$6,64 \cdot 10^{-4}$	$6,6 \cdot 10^{-7}$	$6,818 \cdot 10^{-8}$	0
394–395	41,3	0,273	$6,445 \cdot 10^{-4}$	$6,417 \cdot 10^{-7}$	$6,629 \cdot 10^{-8}$	0
396–397	41,4	0,274	$6,347 \cdot 10^{-4}$	$6,335 \cdot 10^{-7}$	$6,543 \cdot 10^{-8}$	0
398–399	41,5	0,274	$6,379 \cdot 10^{-4}$	$6,389 \cdot 10^{-7}$	$6,599 \cdot 10^{-8}$	0
400	41,5	0,274	$6,449 \cdot 10^{-4}$	$6,473 \cdot 10^{-7}$	$6,687 \cdot 10^{-8}$	0
401	41,5	0,274	$6,548 \cdot 10^{-4}$	$6,588 \cdot 10^{-7}$	$6,805 \cdot 10^{-8}$	0
402	41,6	0,274	$6,67 \cdot 10^{-4}$	$6,727 \cdot 10^{-7}$	$6,948 \cdot 10^{-8}$	0
403	41,6	0,274	$6,813 \cdot 10^{-4}$	$6,888 \cdot 10^{-7}$	$7,115 \cdot 10^{-8}$	0
404	41,7	0,274	$6,971 \cdot 10^{-4}$	$7,067 \cdot 10^{-7}$	$7,3 \cdot 10^{-8}$	0
405	41,7	0,274	$7,142 \cdot 10^{-4}$	$7,258 \cdot 10^{-7}$	$7,497 \cdot 10^{-8}$	0
406	41,8	0,274	$7,327 \cdot 10^{-4}$	$7,464 \cdot 10^{-7}$	$7,71 \cdot 10^{-8}$	0
407	41,8	0,274	$7,528 \cdot 10^{-4}$	$7,687 \cdot 10^{-7}$	$7,94 \cdot 10^{-8}$	0
408	41,8	0,274	$7,745 \cdot 10^{-4}$	$7,928 \cdot 10^{-7}$	$8,189 \cdot 10^{-8}$	0
409	41,9	0,274	$7,965 \cdot 10^{-4}$	$8,172 \cdot 10^{-7}$	$8,441 \cdot 10^{-8}$	0
410	41,9	0,274	$8,199 \cdot 10^{-4}$	$8,43 \cdot 10^{-7}$	$8,708 \cdot 10^{-8}$	0
411	42,0	0,274	$8,459 \cdot 10^{-4}$	$8,715 \cdot 10^{-7}$	$9,003 \cdot 10^{-8}$	0
412	42,0	0,274	$8,75 \cdot 10^{-4}$	$9,034 \cdot 10^{-7}$	$9,332 \cdot 10^{-8}$	0
413	42,1	0,275	$9,085 \cdot 10^{-4}$	$9,401 \cdot 10^{-7}$	$9,711 \cdot 10^{-8}$	0
414	42,1	0,275	$9,466 \cdot 10^{-4}$	$9,816 \cdot 10^{-7}$	$1,014 \cdot 10^{-7}$	0
415	42,2	0,275	$9,911 \cdot 10^{-4}$	$1,03 \cdot 10^{-6}$	$1,064 \cdot 10^{-7}$	0
416	42,3	0,275	0,001	$1,085 \cdot 10^{-6}$	$1,121 \cdot 10^{-7}$	0
417	42,3	0,275	0,001	$1,148 \cdot 10^{-6}$	$1,185 \cdot 10^{-7}$	0
418	42,4	0,275	0,001	$1,216 \cdot 10^{-6}$	$1,257 \cdot 10^{-7}$	0
419	42,5	0,275	0,001	$1,293 \cdot 10^{-6}$	$1,335 \cdot 10^{-7}$	0
420	42,6	0,275	0,001	$1,374 \cdot 10^{-6}$	$1,419 \cdot 10^{-7}$	0
421	42,6	0,275	0,001	$1,457 \cdot 10^{-6}$	$1,505 \cdot 10^{-7}$	0
422	42,7	0,275	0,001	$1,542 \cdot 10^{-6}$	$1,593 \cdot 10^{-7}$	0
423	42,8	0,275	0,002	$1,628 \cdot 10^{-6}$	$1,681 \cdot 10^{-7}$	0
424	42,9	0,275	0,002	$1,713 \cdot 10^{-6}$	$1,769 \cdot 10^{-7}$	0
425	43,0	0,275	0,002	$1,799 \cdot 10^{-6}$	$1,858 \cdot 10^{-7}$	0
426	43,1	0,275	0,002	$1,884 \cdot 10^{-6}$	$1,946 \cdot 10^{-7}$	0
427	43,1	0,275	0,002	$1,969 \cdot 10^{-6}$	$2,034 \cdot 10^{-7}$	0
428	43,2	0,275	0,002	$2,052 \cdot 10^{-6}$	$2,12 \cdot 10^{-7}$	0
429	43,3	0,275	0,002	$2,134 \cdot 10^{-6}$	$2,204 \cdot 10^{-7}$	0
430	43,4	0,275	0,002	$2,215 \cdot 10^{-6}$	$2,289 \cdot 10^{-7}$	0
431	43,5	0,275	0,002	$2,296 \cdot 10^{-6}$	$2,372 \cdot 10^{-7}$	0
432	43,6	0,275	0,002	$2,377 \cdot 10^{-6}$	$2,455 \cdot 10^{-7}$	0
433	43,6	0,275	0,002	$2,456 \cdot 10^{-6}$	$2,537 \cdot 10^{-7}$	0
434	43,7	0,275	0,002	$2,533 \cdot 10^{-6}$	$2,616 \cdot 10^{-7}$	0

Время, с	Температура, °С	Парциальная плотность O <sub>2</sub> , кг/куб. м.	Оптическая плотность дыма, Нп/м	Парциальная плотность CO <sub>2</sub> , кг/куб. м.	Парциальная плотность CO, кг/куб. м.	Интенсивность теплового потока $q$ , кВт/м <sup>2</sup> .
435	43,8	0,275	0,002	$2,604 \cdot 10^{-6}$	$2,689 \cdot 10^{-7}$	0
436	43,9	0,275	0,003	$2,665 \cdot 10^{-6}$	$2,753 \cdot 10^{-7}$	0
437	44,0	0,275	0,003	$2,713 \cdot 10^{-6}$	$2,803 \cdot 10^{-7}$	0
438–439	44,1	0,275	0,003	$2,752 \cdot 10^{-6}$	$2,843 \cdot 10^{-7}$	0
440	44,2	0,276	0,003	$2,731 \cdot 10^{-6}$	$2,821 \cdot 10^{-7}$	0
441	44,2	0,276	0,003	$2,685 \cdot 10^{-6}$	$2,773 \cdot 10^{-7}$	0
442	44,3	0,276	0,002	$2,617 \cdot 10^{-6}$	$2,703 \cdot 10^{-7}$	0
443	44,3	0,276	0,002	$2,553 \cdot 10^{-6}$	$2,637 \cdot 10^{-7}$	0
444	44,4	0,276	0,002	$2,503 \cdot 10^{-6}$	$2,585 \cdot 10^{-7}$	0
445–446	44,5	0,276	0,002	$2,48 \cdot 10^{-6}$	$2,562 \cdot 10^{-7}$	0
447	44,5	0,276	0,002	$2,507 \cdot 10^{-6}$	$2,59 \cdot 10^{-7}$	0
448	44,6	0,276	0,002	$2,555 \cdot 10^{-6}$	$2,639 \cdot 10^{-7}$	0
449	44,7	0,276	0,002	$2,62 \cdot 10^{-6}$	$2,707 \cdot 10^{-7}$	0
450	44,7	0,276	0,003	$2,699 \cdot 10^{-6}$	$2,788 \cdot 10^{-7}$	0
451	44,8	0,276	0,003	$2,788 \cdot 10^{-6}$	$2,88 \cdot 10^{-7}$	0
452	44,8	0,276	0,003	$2,884 \cdot 10^{-6}$	$2,979 \cdot 10^{-7}$	0
453	44,9	0,276	0,003	$2,984 \cdot 10^{-6}$	$3,082 \cdot 10^{-7}$	0
454	45,0	0,276	0,003	$3,086 \cdot 10^{-6}$	$3,188 \cdot 10^{-7}$	0
455	45,0	0,276	0,003	$3,192 \cdot 10^{-6}$	$3,297 \cdot 10^{-7}$	0
456	45,1	0,277	0,003	$3,299 \cdot 10^{-6}$	$3,408 \cdot 10^{-7}$	0
457	45,1	0,277	0,003	$3,409 \cdot 10^{-6}$	$3,521 \cdot 10^{-7}$	0
458	45,2	0,277	0,003	$3,522 \cdot 10^{-6}$	$3,638 \cdot 10^{-7}$	0
459	45,3	0,277	0,003	$3,639 \cdot 10^{-6}$	$3,759 \cdot 10^{-7}$	0
460	45,3	0,277	0,004	$3,762 \cdot 10^{-6}$	$3,886 \cdot 10^{-7}$	0
461	45,4	0,277	0,004	$3,891 \cdot 10^{-6}$	$4,019 \cdot 10^{-7}$	0
462	45,4	0,277	0,004	$4,026 \cdot 10^{-6}$	$4,158 \cdot 10^{-7}$	0
463	45,5	0,277	0,004	$4,168 \cdot 10^{-6}$	$4,305 \cdot 10^{-7}$	0
464	45,6	0,277	0,004	$4,317 \cdot 10^{-6}$	$4,459 \cdot 10^{-7}$	0
465	45,6	0,277	0,004	$4,473 \cdot 10^{-6}$	$4,621 \cdot 10^{-7}$	0
466	45,7	0,277	0,004	$4,637 \cdot 10^{-6}$	$4,79 \cdot 10^{-7}$	0
467	45,8	0,277	0,005	$4,807 \cdot 10^{-6}$	$4,965 \cdot 10^{-7}$	0
468	45,8	0,277	0,005	$4,982 \cdot 10^{-6}$	$5,146 \cdot 10^{-7}$	0
469	45,9	0,277	0,005	$5,159 \cdot 10^{-6}$	$5,33 \cdot 10^{-7}$	0
470	46,0	0,277	0,005	$5,34 \cdot 10^{-6}$	$5,516 \cdot 10^{-7}$	0
471	46,0	0,277	0,005	$5,522 \cdot 10^{-6}$	$5,704 \cdot 10^{-7}$	0
472	46,1	0,278	0,005	$5,705 \cdot 10^{-6}$	$5,893 \cdot 10^{-7}$	0
473	46,2	0,278	0,006	$5,89 \cdot 10^{-6}$	$6,084 \cdot 10^{-7}$	0
474	46,2	0,278	0,006	$6,076 \cdot 10^{-6}$	$6,276 \cdot 10^{-7}$	0
475	46,3	0,278	0,006	$6,265 \cdot 10^{-6}$	$6,471 \cdot 10^{-7}$	0



Время, с	Температура, °С	Парциальная плотность O <sub>2</sub> , кг/куб. м.	Оптическая плотность дыма, Нп/м	Парциальная плотность CO <sub>2</sub> , кг/куб. м.	Парциальная плотность CO, кг/куб. м.	Интенсивность теплового потока $q$ , кВт/м <sup>2</sup> .
476	46,4	0,278	0,006	$6,456 \cdot 10^{-6}$	$6,669 \cdot 10^{-7}$	0
477	46,4	0,278	0,006	$6,651 \cdot 10^{-6}$	$6,87 \cdot 10^{-7}$	0
478	46,5	0,278	0,006	$6,85 \cdot 10^{-6}$	$7,076 \cdot 10^{-7}$	0
479	46,6	0,278	0,007	$7,054 \cdot 10^{-6}$	$7,287 \cdot 10^{-7}$	0
480	46,7	0,278	0,007	$7,263 \cdot 10^{-6}$	$7,503 \cdot 10^{-7}$	0
481	46,7	0,278	0,007	$7,477 \cdot 10^{-6}$	$7,723 \cdot 10^{-7}$	0
482	46,8	0,278	0,007	$7,696 \cdot 10^{-6}$	$7,949 \cdot 10^{-7}$	0
483	46,9	0,278	0,007	$7,921 \cdot 10^{-6}$	$8,182 \cdot 10^{-7}$	0
484	47,0	0,278	0,008	$8,151 \cdot 10^{-6}$	$8,419 \cdot 10^{-7}$	0
485	47,0	0,278	0,008	$8,387 \cdot 10^{-6}$	$8,663 \cdot 10^{-7}$	0
486	47,1	0,278	0,008	$8,629 \cdot 10^{-6}$	$8,913 \cdot 10^{-7}$	0
487	47,2	0,278	0,008	$8,876 \cdot 10^{-6}$	$9,169 \cdot 10^{-7}$	0
488	47,3	0,279	0,009	$9,139 \cdot 10^{-6}$	$9,44 \cdot 10^{-7}$	0
489	47,4	0,279	0,009	$9,41 \cdot 10^{-6}$	$9,72 \cdot 10^{-7}$	0
490	47,5	0,279	0,009	$9,689 \cdot 10^{-6}$	$1,001 \cdot 10^{-6}$	0
491	47,5	0,279	0,009	$9,967 \cdot 10^{-6}$	$1,03 \cdot 10^{-6}$	0
492	47,6	0,279	0,01	$1,026 \cdot 10^{-5}$	$1,059 \cdot 10^{-6}$	0
493	47,7	0,279	0,01	$1,055 \cdot 10^{-5}$	$1,09 \cdot 10^{-6}$	0
494	47,8	0,279	0,01	$1,084 \cdot 10^{-5}$	$1,119 \cdot 10^{-6}$	0
495	47,9	0,279	0,01	$1,112 \cdot 10^{-5}$	$1,149 \cdot 10^{-6}$	0
496	48,0	0,279	0,011	$1,141 \cdot 10^{-5}$	$1,179 \cdot 10^{-6}$	0
497	48,1	0,279	0,011	$1,171 \cdot 10^{-5}$	$1,209 \cdot 10^{-6}$	0
498	48,2	0,279	0,011	$1,2 \cdot 10^{-5}$	$1,24 \cdot 10^{-6}$	0
499	48,3	0,279	0,012	$1,23 \cdot 10^{-5}$	$1,27 \cdot 10^{-6}$	0
500	48,5	0,279	0,012	$1,259 \cdot 10^{-5}$	$1,301 \cdot 10^{-6}$	0
501	48,6	0,279	0,012	$1,29 \cdot 10^{-5}$	$1,333 \cdot 10^{-6}$	0
502	48,7	0,279	0,012	$1,321 \cdot 10^{-5}$	$1,364 \cdot 10^{-6}$	0
503	48,8	0,279	0,013	$1,351 \cdot 10^{-5}$	$1,396 \cdot 10^{-6}$	0
504	48,9	0,279	0,013	$1,384 \cdot 10^{-5}$	$1,429 \cdot 10^{-6}$	0
505	49,0	0,279	0,013	$1,415 \cdot 10^{-5}$	$1,462 \cdot 10^{-6}$	0
506	49,1	0,279	0,014	$1,446 \cdot 10^{-5}$	$1,494 \cdot 10^{-6}$	0
507	49,3	0,279	0,014	$1,477 \cdot 10^{-5}$	$1,525 \cdot 10^{-6}$	0
508	49,4	0,279	0,014	$1,508 \cdot 10^{-5}$	$1,557 \cdot 10^{-6}$	0
509	49,5	0,279	0,014	$1,539 \cdot 10^{-5}$	$1,59 \cdot 10^{-6}$	0
510	49,7	0,279	0,015	$1,569 \cdot 10^{-5}$	$1,621 \cdot 10^{-6}$	0
511	49,8	0,279	0,015	$1,6 \cdot 10^{-5}$	$1,652 \cdot 10^{-6}$	0
512	49,9	0,279	0,015	$1,63 \cdot 10^{-5}$	$1,684 \cdot 10^{-6}$	0
513	50,1	0,279	0,016	$1,661 \cdot 10^{-5}$	$1,716 \cdot 10^{-6}$	0
514	50,2	0,279	0,016	$1,694 \cdot 10^{-5}$	$1,75 \cdot 10^{-6}$	0

Время, с	Температура, °С	Парциальная плотность O <sub>2</sub> , кг/куб. м.	Оптическая плотность дыма, Нп/м	Парциальная плотность CO <sub>2</sub> , кг/куб. м.	Парциальная плотность CO, кг/куб. м.	Интенсивность теплового потока $q$ , кВт/м <sup>2</sup> .
515	50,3	0,279	0,016	$1,727 \cdot 10^{-5}$	$1,784 \cdot 10^{-6}$	0
516	50,5	0,279	0,017	$1,761 \cdot 10^{-5}$	$1,819 \cdot 10^{-6}$	0
517	50,6	0,28	0,017	$1,796 \cdot 10^{-5}$	$1,855 \cdot 10^{-6}$	0
518	50,7	0,28	0,017	$1,833 \cdot 10^{-5}$	$1,893 \cdot 10^{-6}$	0
519	50,9	0,28	0,018	$1,869 \cdot 10^{-5}$	$1,931 \cdot 10^{-6}$	0
520	51,0	0,28	0,018	$1,908 \cdot 10^{-5}$	$1,971 \cdot 10^{-6}$	0
521	51,2	0,28	0,018	$1,948 \cdot 10^{-5}$	$2,012 \cdot 10^{-6}$	0
522	51,3	0,28	0,019	$1,988 \cdot 10^{-5}$	$2,053 \cdot 10^{-6}$	0
523	51,5	0,28	0,019	$2,03 \cdot 10^{-5}$	$2,097 \cdot 10^{-6}$	0
524	51,6	0,28	0,019	$2,074 \cdot 10^{-5}$	$2,142 \cdot 10^{-6}$	0
525	51,8	0,28	0,02	$2,119 \cdot 10^{-5}$	$2,189 \cdot 10^{-6}$	0
526	51,9	0,28	0,02	$2,166 \cdot 10^{-5}$	$2,237 \cdot 10^{-6}$	0
527	52,1	0,28	0,021	$2,213 \cdot 10^{-5}$	$2,286 \cdot 10^{-6}$	0
528	52,2	0,28	0,021	$2,263 \cdot 10^{-5}$	$2,338 \cdot 10^{-6}$	0
529	52,4	0,28	0,022	$2,315 \cdot 10^{-5}$	$2,392 \cdot 10^{-6}$	0
530	52,5	0,28	0,022	$2,369 \cdot 10^{-5}$	$2,448 \cdot 10^{-6}$	0
531	52,7	0,28	0,023	$2,428 \cdot 10^{-5}$	$2,508 \cdot 10^{-6}$	0
532	52,8	0,28	0,023	$2,49 \cdot 10^{-5}$	$2,572 \cdot 10^{-6}$	0
533	53,0	0,28	0,024	$2,546 \cdot 10^{-5}$	$2,63 \cdot 10^{-6}$	0
534	53,2	0,28	0,024	$2,609 \cdot 10^{-5}$	$2,695 \cdot 10^{-6}$	0
535	53,3	0,28	0,025	$2,679 \cdot 10^{-5}$	$2,767 \cdot 10^{-6}$	0
536	53,5	0,28	0,026	$2,751 \cdot 10^{-5}$	$2,841 \cdot 10^{-6}$	0
537	53,7	0,28	0,026	$2,821 \cdot 10^{-5}$	$2,914 \cdot 10^{-6}$	0
538	53,9	0,28	0,027	$2,894 \cdot 10^{-5}$	$2,99 \cdot 10^{-6}$	0
539	54,1	0,28	0,028	$2,969 \cdot 10^{-5}$	$3,067 \cdot 10^{-6}$	0
540	54,3	0,28	0,028	$3,053 \cdot 10^{-5}$	$3,153 \cdot 10^{-6}$	0
541	54,4	0,28	0,029	$3,136 \cdot 10^{-5}$	$3,24 \cdot 10^{-6}$	0
542	54,7	0,28	0,03	$3,231 \cdot 10^{-5}$	$3,338 \cdot 10^{-6}$	0
543	54,9	0,28	0,031	$3,335 \cdot 10^{-5}$	$3,445 \cdot 10^{-6}$	0
544	55,1	0,28	0,032	$3,451 \cdot 10^{-5}$	$3,565 \cdot 10^{-6}$	0
545	55,3	0,28	0,033	$3,578 \cdot 10^{-5}$	$3,696 \cdot 10^{-6}$	0
546	55,6	0,279	0,035	$3,71 \cdot 10^{-5}$	$3,833 \cdot 10^{-6}$	0
547	55,9	0,279	0,036	$3,844 \cdot 10^{-5}$	$3,97 \cdot 10^{-6}$	0
548	56,1	0,279	0,037	$3,978 \cdot 10^{-5}$	$4,109 \cdot 10^{-6}$	0
549	56,4	0,279	0,038	$4,118 \cdot 10^{-5}$	$4,253 \cdot 10^{-6}$	0
550	56,7	0,279	0,04	$4,257 \cdot 10^{-5}$	$4,397 \cdot 10^{-6}$	0
551	57,0	0,279	0,041	$4,392 \cdot 10^{-5}$	$4,537 \cdot 10^{-6}$	0
552	57,2	0,279	0,042	$4,516 \cdot 10^{-5}$	$4,665 \cdot 10^{-6}$	0
553	57,5	0,279	0,043	$4,651 \cdot 10^{-5}$	$4,804 \cdot 10^{-6}$	0

Время, с	Температура, °С	Парциальная плотность O <sub>2</sub> , кг/куб. м.	Оптическая плотность дыма, Нп/м	Парциальная плотность CO <sub>2</sub> , кг/куб. м.	Парциальная плотность CO, кг/куб. м.	Интенсивность теплового потока q, кВт/м <sup>2</sup> .
554	57,8	0,279	0,045	4,798·10 <sup>-5</sup>	4,956·10 <sup>-6</sup>	0
555	58,2	0,279	0,046	4,967·10 <sup>-5</sup>	5,131·10 <sup>-6</sup>	0
556	58,5	0,278	0,048	5,143·10 <sup>-5</sup>	5,313·10 <sup>-6</sup>	0
557	58,9	0,278	0,049	5,315·10 <sup>-5</sup>	5,49·10 <sup>-6</sup>	0
558	59,2	0,278	0,051	5,476·10 <sup>-5</sup>	5,657·10 <sup>-6</sup>	0
559	59,5	0,278	0,052	5,63·10 <sup>-5</sup>	5,815·10 <sup>-6</sup>	0
560	59,8	0,278	0,054	5,775·10 <sup>-5</sup>	5,965·10 <sup>-6</sup>	0
561	60,1	0,278	0,055	5,906·10 <sup>-5</sup>	6,1·10 <sup>-6</sup>	0
562	60,5	0,278	0,056	6,056·10 <sup>-5</sup>	6,256·10 <sup>-6</sup>	0
563	60,8	0,278	0,058	6,203·10 <sup>-5</sup>	6,407·10 <sup>-6</sup>	0
564	61,1	0,278	0,059	6,351·10 <sup>-5</sup>	6,56·10 <sup>-6</sup>	0
565	61,5	0,277	0,061	6,51·10 <sup>-5</sup>	6,725·10 <sup>-6</sup>	0
566	61,8	0,277	0,062	6,693·10 <sup>-5</sup>	6,913·10 <sup>-6</sup>	0
567	62,2	0,277	0,064	6,879·10 <sup>-5</sup>	7,106·10 <sup>-6</sup>	0
568	62,6	0,277	0,066	7,073·10 <sup>-5</sup>	7,306·10 <sup>-6</sup>	0
569	63,1	0,277	0,068	7,285·10 <sup>-5</sup>	7,525·10 <sup>-6</sup>	0
570	63,5	0,276	0,07	7,502·10 <sup>-5</sup>	7,75·10 <sup>-6</sup>	0
571	64,0	0,276	0,072	7,727·10 <sup>-5</sup>	7,981·10 <sup>-6</sup>	0
572	64,4	0,276	0,074	7,958·10 <sup>-5</sup>	8,22·10 <sup>-6</sup>	0
573	64,9	0,276	0,077	8,198·10 <sup>-5</sup>	8,468·10 <sup>-6</sup>	0
574	65,4	0,276	0,079	8,439·10 <sup>-5</sup>	8,718·10 <sup>-6</sup>	0
575	65,9	0,275	0,081	8,686·10 <sup>-5</sup>	8,972·10 <sup>-6</sup>	0
576	66,3	0,275	0,084	8,935·10 <sup>-5</sup>	9,23·10 <sup>-6</sup>	0
577	66,8	0,275	0,086	9,179·10 <sup>-5</sup>	9,482·10 <sup>-6</sup>	0
578	67,3	0,275	0,088	9,43·10 <sup>-5</sup>	9,74·10 <sup>-6</sup>	0
579	67,8	0,274	0,091	9,687·10 <sup>-5</sup>	1,001·10 <sup>-5</sup>	0
580	68,3	0,274	0,093	9,96·10 <sup>-5</sup>	1,029·10 <sup>-5</sup>	0
581	68,8	0,274	0,096	1,024·10 <sup>-4</sup>	1,058·10 <sup>-5</sup>	0
582	69,3	0,274	0,099	1,054·10 <sup>-4</sup>	1,089·10 <sup>-5</sup>	0
583	69,8	0,273	0,102	1,084·10 <sup>-4</sup>	1,12·10 <sup>-5</sup>	0
584	70,3	0,273	0,105	1,115·10 <sup>-4</sup>	1,151·10 <sup>-5</sup>	0

Исходные данные и результаты расчета динамики ОФП по четвертому варианту расчета — горючая нагрузка «Упаковка: бумага + картон + поли- (этилен + стирол) (0,4 + 0,3 + 0,15 + 0,15)»:

— расстояние от очага пожара до первого ДТПИ – 0;

– высота плоскости пожара 4 м.

Параметры горючей нагрузки представлены в таблице Б.13.

Таблица Б.13 – Параметры горючей нагрузки «Упаковка: бумага + картон + поли- (этилен + стирол) (0,4+0,3+0,15+0,15)» (четвертый вариант расчета)

Наименование	Значение
Низшая теплота сгорания, Дж/кг	23 540
Линейная скорость распространения пламени, м/с	0,0040
Удельная массовая скорость выгорания, кг/(м <sup>2</sup> ·с)	0,0132
Дымообразующая способность, Нп·м <sup>2</sup> /кг	172,0
Количество, СО выделяющегося при сгорании 1 кг вещества, кг/кг	0,1120
Количество, СО <sub>2</sub> выделяющегося при сгорании 1 кг вещества, кг/кг	0,6790
Количество, НСl выделяющегося при сгорании 1 кг вещества, кг/кг	0,0037
Количество, О <sub>2</sub> поглощающегося при сгорании 1 кг вещества, кг/кг	1,700

Параметры помещений представлены в таблице Б.14.

Таблица Б.14 – Параметры помещений (четвертый вариант расчета)

Номер п/п	Наименование	Начальная температура, °С	Высота, м	Высота размещения относительно нулевой отметки, м	Наличие пожарных извещателей
1	Помещение 1	37	6,00	0,00	-

Параметры пожарных извещателей представлены в таблице Б.15.

Таблица Б.15 – Параметры пожарных извещателей (четвертый вариант расчета)

Номер п/п	Наименование	Помещение	Высота размещения, м	Тип	Чувствительность, дБ/м
1	Д 1	–	6,00	Дымовой	0,20
2	Д 2	–	6,00	Дымовой	0,20
3	Д 3	–	6,00	Дымовой	0,20
4	Д 4	–	6,00	Дымовой	0,20

Параметры расчета представлены в таблице Б.16.

Таблица Б.16 – Параметры расчета (четвертый вариант расчета)

Наименование	Значение
Температура наружного воздуха, °С	37,0
Давление на нулевой отметке, Па	101 325,0
Масса горючей нагрузки, приходящаяся на единицу площади поверхности горения, кг/м <sup>2</sup>	200,0
Среднеповерхностная плотность теплового излучения пламени, кВт/м <sup>2</sup>	40,0
Расстояние от плоскости пожара до пола, м	4,0
Размер ячейки по оси X, м	0,296
Размер ячейки по оси Y, м	0,296
Размер ячейки по оси Z, м	0,296

Результаты расчета значений ОФП представлены в таблице Б.17 (цветом выделено время наступления критических значений опасных факторов пожара).

Таблица Б.17 – Результаты расчета значений ОФП на участках замера «1» (четвертый вариант расчета)

Время, с	Температура, °С	Парциальная плотность O <sub>2</sub> , кг/куб. м.	Оптическая плотность дыма, Нп/м	Парциальная плотность HCl, кг/куб. м.	Парциальная плотность CO <sub>2</sub> , кг/куб. м.	Парциальная плотность CO, кг/куб. м.	Интенсивность теплового потока q, кВт/м <sup>2</sup> .
0–44	37,0	0,264	4,677·10 <sup>-238</sup>	4,011·10 <sup>-244</sup>	8,996·10 <sup>-242</sup>	9,443·10 <sup>-243</sup>	0
45–57	37,1	0,264	1,455·10 <sup>-190</sup>	1,294·10 <sup>-196</sup>	2,903·10 <sup>-194</sup>	3,048·10 <sup>-195</sup>	0
58–66	37,1	0,264	4,442·10 <sup>-160</sup>	4,051·10 <sup>-166</sup>	9,087·10 <sup>-164</sup>	9,538·10 <sup>-165</sup>	0
67–73	37,2	0,264	4,628·10 <sup>-157</sup>	4,305·10 <sup>-143</sup>	9,656·10 <sup>-141</sup>	1,014·10 <sup>-141</sup>	0
74–79	37,2	0,264	4,322·10 <sup>-118</sup>	4,095·10 <sup>-124</sup>	9,185·10 <sup>-122</sup>	9,642·10 <sup>-123</sup>	0
80–85	37,3	0,264	2,183·10 <sup>-99</sup>	2,111·10 <sup>-105</sup>	4,734·10 <sup>-103</sup>	4,969·10 <sup>-104</sup>	0
86–90	37,3	0,264	1,654·10 <sup>-83</sup>	1,63·10 <sup>-89</sup>	3,655·10 <sup>-87</sup>	3,836·10 <sup>-88</sup>	0
91–94	37,4	0,264	1,634·10 <sup>-69</sup>	1,638·10 <sup>-75</sup>	3,673·10 <sup>-73</sup>	3,856·10 <sup>-74</sup>	0
95–98	37,4	0,264	5,417·10 <sup>-55</sup>	5,52·10 <sup>-61</sup>	1,238·10 <sup>-58</sup>	1,3·10 <sup>-59</sup>	0
99–102	37,5	0,264	9,126·10 <sup>-42</sup>	9,457·10 <sup>-48</sup>	2,121·10 <sup>-45</sup>	2,227·10 <sup>-46</sup>	0
103–106	37,5	0,265	2,507·10 <sup>-30</sup>	2,645·10 <sup>-36</sup>	5,932·10 <sup>-34</sup>	6,227·10 <sup>-35</sup>	0
107–109	37,5	0,265	5,531·10 <sup>-23</sup>	5,915·10 <sup>-29</sup>	1,327·10 <sup>-26</sup>	1,393·10 <sup>-27</sup>	0
110–112	37,6	0,265	1,104·10 <sup>-16</sup>	1,196·10 <sup>-22</sup>	2,684·10 <sup>-20</sup>	2,817·10 <sup>-21</sup>	0
113–115	37,6	0,265	1,788·10 <sup>-11</sup>	1,961·10 <sup>-17</sup>	4,398·10 <sup>-15</sup>	4,617·10 <sup>-16</sup>	0
116–118	37,6	0,265	1,855·10 <sup>-7</sup>	2,056·10 <sup>-13</sup>	4,611·10 <sup>-11</sup>	4,84·10 <sup>-12</sup>	0
119–120	37,7	0,265	1,702·10 <sup>-5</sup>	1,898·10 <sup>-11</sup>	4,256·10 <sup>-9</sup>	4,468·10 <sup>-10</sup>	0
121	37,7	0,265	9,931·10 <sup>-5</sup>	1,109·10 <sup>-10</sup>	2,488·10 <sup>-8</sup>	2,612·10 <sup>-9</sup>	0
122	37,8	0,265	4,227·10 <sup>-4</sup>	4,732·10 <sup>-10</sup>	1,061·10 <sup>-7</sup>	1,114·10 <sup>-8</sup>	0
123	37,8	0,265	0,001	1,511·10 <sup>-9</sup>	3,389·10 <sup>-7</sup>	3,557·10 <sup>-8</sup>	0
124	38,0	0,265	0,003	3,739·10 <sup>-9</sup>	8,387·10 <sup>-7</sup>	8,804·10 <sup>-8</sup>	0
125	38,2	0,265	0,007	7,485·10 <sup>-9</sup>	1,679·10 <sup>-6</sup>	1,762·10 <sup>-7</sup>	0

Время, с	Температура, °С	Парциальная плотность O <sub>2</sub> , кг/куб. м.	Оптическая плотность дыма, Нп/м	Парциальная плотность HCl, кг/куб. м.	Парциальная плотность CO <sub>2</sub> , кг/куб. м.	Парциальная плотность CO, кг/куб. м.	Интенсивность теплового потока q, кВт/м <sup>2</sup> .
126	38,4	0,265	0,011	1,265·10 <sup>-8</sup>	2,836·10 <sup>-6</sup>	2,977·10 <sup>-7</sup>	0
127	38,7	0,265	0,017	1,874·10 <sup>-8</sup>	4,203·10 <sup>-6</sup>	4,412·10 <sup>-7</sup>	0
128	39,0	0,265	0,022	2,515·10 <sup>-8</sup>	5,641·10 <sup>-6</sup>	5,921·10 <sup>-7</sup>	0
129	39,2	0,264	0,028	3,135·10 <sup>-8</sup>	7,032·10 <sup>-6</sup>	7,381·10 <sup>-7</sup>	0
130	39,5	0,264	0,033	3,703·10 <sup>-8</sup>	8,305·10 <sup>-6</sup>	8,718·10 <sup>-7</sup>	0
131	39,7	0,264	0,038	4,204·10 <sup>-8</sup>	9,43·10 <sup>-6</sup>	9,898·10 <sup>-7</sup>	0
132	39,9	0,264	0,041	4,637·10 <sup>-8</sup>	1,04·10 <sup>-5</sup>	1,092·10 <sup>-6</sup>	0
133	40,0	0,264	0,045	5,007·10 <sup>-8</sup>	1,123·10 <sup>-5</sup>	1,179·10 <sup>-6</sup>	0
134	40,2	0,264	0,048	5,32·10 <sup>-8</sup>	1,193·10 <sup>-5</sup>	1,253·10 <sup>-6</sup>	0
135	40,3	0,264	0,05	5,584·10 <sup>-8</sup>	1,252·10 <sup>-5</sup>	1,315·10 <sup>-6</sup>	0
136	40,4	0,264	0,052	5,805·10 <sup>-8</sup>	1,302·10 <sup>-5</sup>	1,367·10 <sup>-6</sup>	0
137	40,5	0,264	0,054	5,988·10 <sup>-8</sup>	1,343·10 <sup>-5</sup>	1,41·10 <sup>-6</sup>	0
138	40,5	0,264	0,055	6,137·10 <sup>-8</sup>	1,376·10 <sup>-5</sup>	1,445·10 <sup>-6</sup>	0
139	40,6	0,264	0,056	6,253·10 <sup>-8</sup>	1,403·10 <sup>-5</sup>	1,472·10 <sup>-6</sup>	0
140	40,7	0,264	0,057	6,338·10 <sup>-8</sup>	1,422·10 <sup>-5</sup>	1,492·10 <sup>-6</sup>	0
141	40,7	0,264	0,057	6,381·10 <sup>-8</sup>	1,431·10 <sup>-5</sup>	1,502·10 <sup>-6</sup>	0
142	40,7	0,264	0,057	6,349·10 <sup>-8</sup>	1,424·10 <sup>-5</sup>	1,495·10 <sup>-6</sup>	0
143	40,6	0,264	0,056	6,262·10 <sup>-8</sup>	1,405·10 <sup>-5</sup>	1,474·10 <sup>-6</sup>	0
144	40,6	0,264	0,055	6,12·10 <sup>-8</sup>	1,373·10 <sup>-5</sup>	1,441·10 <sup>-6</sup>	0
145	40,5	0,264	0,053	5,917·10 <sup>-8</sup>	1,327·10 <sup>-5</sup>	1,393·10 <sup>-6</sup>	0
146	40,4	0,265	0,051	5,653·10 <sup>-8</sup>	1,268·10 <sup>-5</sup>	1,331·10 <sup>-6</sup>	0
147	40,2	0,265	0,048	5,333·10 <sup>-8</sup>	1,196·10 <sup>-5</sup>	1,256·10 <sup>-6</sup>	0
148	40,1	0,265	0,044	4,964·10 <sup>-8</sup>	1,113·10 <sup>-5</sup>	1,169·10 <sup>-6</sup>	0
149	39,9	0,265	0,041	4,559·10 <sup>-8</sup>	1,022·10 <sup>-5</sup>	1,073·10 <sup>-6</sup>	0
150	39,8	0,266	0,037	4,13·10 <sup>-8</sup>	9,264·10 <sup>-6</sup>	9,725·10 <sup>-7</sup>	0
151	39,6	0,266	0,033	3,695·10 <sup>-8</sup>	8,289·10 <sup>-6</sup>	8,7·10 <sup>-7</sup>	0
152	39,5	0,266	0,029	3,274·10 <sup>-8</sup>	7,342·10 <sup>-6</sup>	7,707·10 <sup>-7</sup>	0
153	39,4	0,266	0,026	2,878·10 <sup>-8</sup>	6,455·10 <sup>-6</sup>	6,775·10 <sup>-7</sup>	0
154	39,3	0,266	0,022	2,518·10 <sup>-8</sup>	5,649·10 <sup>-6</sup>	5,929·10 <sup>-7</sup>	0
155	39,2	0,266	0,019	2,202·10 <sup>-8</sup>	4,939·10 <sup>-6</sup>	5,184·10 <sup>-7</sup>	0
156	39,1	0,267	0,017	1,928·10 <sup>-8</sup>	4,324·10 <sup>-6</sup>	4,539·10 <sup>-7</sup>	0
157	39,1	0,267	0,015	1,695·10 <sup>-8</sup>	3,801·10 <sup>-6</sup>	3,99·10 <sup>-7</sup>	0
158	39,0	0,267	0,013	1,499·10 <sup>-8</sup>	3,363·10 <sup>-6</sup>	3,53·10 <sup>-7</sup>	0
159	39,0	0,267	0,012	1,336·10 <sup>-8</sup>	2,997·10 <sup>-6</sup>	3,146·10 <sup>-7</sup>	0
160	39,0	0,267	0,011	1,201·10 <sup>-8</sup>	2,693·10 <sup>-6</sup>	2,827·10 <sup>-7</sup>	0
161	39,0	0,267	0,01	1,088·10 <sup>-8</sup>	2,44·10 <sup>-6</sup>	2,562·10 <sup>-7</sup>	0
162	39,0	0,267	0,009	9,947·10 <sup>-9</sup>	2,231·10 <sup>-6</sup>	2,342·10 <sup>-7</sup>	0
163	39,0	0,267	0,008	9,177·10 <sup>-9</sup>	2,058·10 <sup>-6</sup>	2,16·10 <sup>-7</sup>	0
164	39,0	0,268	0,008	8,533·10 <sup>-9</sup>	1,914·10 <sup>-6</sup>	2,009·10 <sup>-7</sup>	0

Время, с	Температура, °С	Парциальная плотность O <sub>2</sub> , кг/куб. м.	Оптическая плотность дыма, Нп/м	Парциальная плотность HCl, кг/куб. м.	Парциальная плотность CO <sub>2</sub> , кг/куб. м.	Парциальная плотность CO, кг/куб. м.	Интенсивность теплового потока q, кВт/м <sup>2</sup> .
165	39,0	0,268	0,007	$8,009 \cdot 10^{-9}$	$1,796 \cdot 10^{-6}$	$1,886 \cdot 10^{-7}$	0
166	39,0	0,268	0,007	$7,58 \cdot 10^{-9}$	$1,7 \cdot 10^{-6}$	$1,785 \cdot 10^{-7}$	0
167	39,0	0,268	0,006	$7,215 \cdot 10^{-9}$	$1,618 \cdot 10^{-6}$	$1,699 \cdot 10^{-7}$	0
168	39,0	0,268	0,006	$6,907 \cdot 10^{-9}$	$1,549 \cdot 10^{-6}$	$1,626 \cdot 10^{-7}$	0
169	39,0	0,268	0,006	$6,664 \cdot 10^{-9}$	$1,495 \cdot 10^{-6}$	$1,569 \cdot 10^{-7}$	0
170	39,0	0,268	0,006	$6,465 \cdot 10^{-9}$	$1,45 \cdot 10^{-6}$	$1,522 \cdot 10^{-7}$	0
171	39,1	0,268	0,006	$6,291 \cdot 10^{-9}$	$1,411 \cdot 10^{-6}$	$1,481 \cdot 10^{-7}$	0
172	39,1	0,268	0,005	$6,141 \cdot 10^{-9}$	$1,377 \cdot 10^{-6}$	$1,446 \cdot 10^{-7}$	0
173	39,1	0,268	0,005	$6,015 \cdot 10^{-9}$	$1,349 \cdot 10^{-6}$	$1,416 \cdot 10^{-7}$	0
174	39,2	0,268	0,005	$5,905 \cdot 10^{-9}$	$1,324 \cdot 10^{-6}$	$1,39 \cdot 10^{-7}$	0
175	39,2	0,269	0,005	$5,814 \cdot 10^{-9}$	$1,304 \cdot 10^{-6}$	$1,369 \cdot 10^{-7}$	0
176	39,2	0,269	0,005	$5,74 \cdot 10^{-9}$	$1,288 \cdot 10^{-6}$	$1,352 \cdot 10^{-7}$	0
177	39,3	0,269	0,005	$5,68 \cdot 10^{-9}$	$1,274 \cdot 10^{-6}$	$1,337 \cdot 10^{-7}$	0
178–179	39,3	0,269	0,005	$5,599 \cdot 10^{-9}$	$1,256 \cdot 10^{-6}$	$1,318 \cdot 10^{-7}$	0
180–181	39,4	0,269	0,005	$5,581 \cdot 10^{-9}$	$1,252 \cdot 10^{-6}$	$1,314 \cdot 10^{-7}$	0
182–183	39,5	0,269	0,005	$5,602 \cdot 10^{-9}$	$1,257 \cdot 10^{-6}$	$1,319 \cdot 10^{-7}$	0
184–185	39,6	0,269	0,005	$5,659 \cdot 10^{-9}$	$1,269 \cdot 10^{-6}$	$1,332 \cdot 10^{-7}$	0
186–187	39,7	0,27	0,005	$5,718 \cdot 10^{-9}$	$1,283 \cdot 10^{-6}$	$1,346 \cdot 10^{-7}$	0
188–189	39,7	0,27	0,005	$5,762 \cdot 10^{-9}$	$1,292 \cdot 10^{-6}$	$1,357 \cdot 10^{-7}$	0
190–191	39,8	0,27	0,005	$5,761 \cdot 10^{-9}$	$1,292 \cdot 10^{-6}$	$1,356 \cdot 10^{-7}$	0
192–193	39,9	0,27	0,005	$5,724 \cdot 10^{-9}$	$1,284 \cdot 10^{-6}$	$1,348 \cdot 10^{-7}$	0
194	40,0	0,27	0,005	$5,692 \cdot 10^{-9}$	$1,277 \cdot 10^{-6}$	$1,34 \cdot 10^{-7}$	0
195	40,0	0,27	0,005	$5,654 \cdot 10^{-9}$	$1,268 \cdot 10^{-6}$	$1,331 \cdot 10^{-7}$	0
196	40,1	0,271	0,005	$5,609 \cdot 10^{-9}$	$1,258 \cdot 10^{-6}$	$1,321 \cdot 10^{-7}$	0
197	40,1	0,271	0,005	$5,563 \cdot 10^{-9}$	$1,248 \cdot 10^{-6}$	$1,31 \cdot 10^{-7}$	0
198	40,2	0,271	0,005	$5,515 \cdot 10^{-9}$	$1,237 \cdot 10^{-6}$	$1,298 \cdot 10^{-7}$	0
199	40,2	0,271	0,005	$5,463 \cdot 10^{-9}$	$1,225 \cdot 10^{-6}$	$1,286 \cdot 10^{-7}$	0
200	40,2	0,271	0,005	$5,409 \cdot 10^{-9}$	$1,213 \cdot 10^{-6}$	$1,273 \cdot 10^{-7}$	0
201	40,3	0,271	0,005	$5,356 \cdot 10^{-9}$	$1,201 \cdot 10^{-6}$	$1,261 \cdot 10^{-7}$	0
202	40,3	0,271	0,005	$5,304 \cdot 10^{-9}$	$1,19 \cdot 10^{-6}$	$1,249 \cdot 10^{-7}$	0
203	40,4	0,271	0,005	$5,249 \cdot 10^{-9}$	$1,177 \cdot 10^{-6}$	$1,236 \cdot 10^{-7}$	0
204	40,4	0,271	0,005	$5,193 \cdot 10^{-9}$	$1,165 \cdot 10^{-6}$	$1,223 \cdot 10^{-7}$	0
205	40,5	0,272	0,004	$5,136 \cdot 10^{-9}$	$1,152 \cdot 10^{-6}$	$1,209 \cdot 10^{-7}$	0
206	40,5	0,272	0,004	$5,076 \cdot 10^{-9}$	$1,138 \cdot 10^{-6}$	$1,195 \cdot 10^{-7}$	0
207	40,6	0,272	0,004	$5,013 \cdot 10^{-9}$	$1,124 \cdot 10^{-6}$	$1,18 \cdot 10^{-7}$	0
208	40,6	0,272	0,004	$4,947 \cdot 10^{-9}$	$1,11 \cdot 10^{-6}$	$1,165 \cdot 10^{-7}$	0
209	40,7	0,272	0,004	$4,878 \cdot 10^{-9}$	$1,094 \cdot 10^{-6}$	$1,148 \cdot 10^{-7}$	0
210	40,7	0,272	0,004	$4,806 \cdot 10^{-9}$	$1,078 \cdot 10^{-6}$	$1,131 \cdot 10^{-7}$	0
211	40,8	0,272	0,004	$4,73 \cdot 10^{-9}$	$1,061 \cdot 10^{-6}$	$1,114 \cdot 10^{-7}$	0

Время, с	Температура, °С	Парциальная плотность O <sub>2</sub> , кг/куб. м.	Оптическая плотность дыма, Нп/м	Парциальная плотность HCl, кг/куб. м.	Парциальная плотность CO <sub>2</sub> , кг/куб. м.	Парциальная плотность CO, кг/куб. м.	Интенсивность теплового потока q, кВт/м <sup>2</sup> .
212	40,8	0,272	0,004	4,648·10 <sup>-9</sup>	1,043·10 <sup>-6</sup>	1,094·10 <sup>-7</sup>	0
213	40,9	0,272	0,004	4,565·10 <sup>-9</sup>	1,024·10 <sup>-6</sup>	1,075·10 <sup>-7</sup>	0
214	40,9	0,273	0,004	4,481·10 <sup>-9</sup>	1,005·10 <sup>-6</sup>	1,055·10 <sup>-7</sup>	0
215	41,0	0,273	0,004	4,398·10 <sup>-9</sup>	9,864·10 <sup>-7</sup>	1,035·10 <sup>-7</sup>	0
216	41,0	0,273	0,004	4,316·10 <sup>-9</sup>	9,681·10 <sup>-7</sup>	1,016·10 <sup>-7</sup>	0
217	41,1	0,273	0,004	4,235·10 <sup>-9</sup>	9,499·10 <sup>-7</sup>	9,971·10 <sup>-8</sup>	0
218	41,1	0,273	0,004	4,156·10 <sup>-9</sup>	9,321·10 <sup>-7</sup>	9,784·10 <sup>-8</sup>	0
219	41,2	0,273	0,004	4,077·10 <sup>-9</sup>	9,145·10 <sup>-7</sup>	9,599·10 <sup>-8</sup>	0
220	41,3	0,273	0,003	3,998·10 <sup>-9</sup>	8,968·10 <sup>-7</sup>	9,414·10 <sup>-8</sup>	0
221	41,3	0,273	0,003	3,921·10 <sup>-9</sup>	8,795·10 <sup>-7</sup>	9,231·10 <sup>-8</sup>	0
222	41,4	0,274	0,003	3,846·10 <sup>-9</sup>	8,625·10 <sup>-7</sup>	9,054·10 <sup>-8</sup>	0
223	41,4	0,274	0,003	3,77·10 <sup>-9</sup>	8,455·10 <sup>-7</sup>	8,875·10 <sup>-8</sup>	0
224	41,5	0,274	0,003	3,695·10 <sup>-9</sup>	8,289·10 <sup>-7</sup>	8,7·10 <sup>-8</sup>	0
225	41,5	0,274	0,003	3,622·10 <sup>-9</sup>	8,125·10 <sup>-7</sup>	8,528·10 <sup>-8</sup>	0
226	41,6	0,274	0,003	3,549·10 <sup>-9</sup>	7,961·10 <sup>-7</sup>	8,356·10 <sup>-8</sup>	0
227	41,6	0,274	0,003	3,477·10 <sup>-9</sup>	7,798·10 <sup>-7</sup>	8,185·10 <sup>-8</sup>	0
228	41,7	0,274	0,003	3,402·10 <sup>-9</sup>	7,63·10 <sup>-7</sup>	8,009·10 <sup>-8</sup>	0
229	41,7	0,275	0,003	3,328·10 <sup>-9</sup>	7,465·10 <sup>-7</sup>	7,836·10 <sup>-8</sup>	0
230	41,8	0,275	0,003	3,256·10 <sup>-9</sup>	7,302·10 <sup>-7</sup>	7,665·10 <sup>-8</sup>	0
231	41,8	0,275	0,003	3,186·10 <sup>-9</sup>	7,146·10 <sup>-7</sup>	7,501·10 <sup>-8</sup>	0
232	41,9	0,275	0,003	3,118·10 <sup>-9</sup>	6,993·10 <sup>-7</sup>	7,34·10 <sup>-8</sup>	0
233	41,9	0,275	0,003	3,05·10 <sup>-9</sup>	6,842·10 <sup>-7</sup>	7,182·10 <sup>-8</sup>	0
234	42,0	0,275	0,003	2,986·10 <sup>-9</sup>	6,698·10 <sup>-7</sup>	7,031·10 <sup>-8</sup>	0
235	42,1	0,275	0,003	2,925·10 <sup>-9</sup>	6,56·10 <sup>-7</sup>	6,886·10 <sup>-8</sup>	0
236	42,1	0,276	0,002	2,865·10 <sup>-9</sup>	6,426·10 <sup>-7</sup>	6,746·10 <sup>-8</sup>	0
237	42,2	0,276	0,002	2,808·10 <sup>-9</sup>	6,298·10 <sup>-7</sup>	6,611·10 <sup>-8</sup>	0
238	42,2	0,276	0,002	2,749·10 <sup>-9</sup>	6,166·10 <sup>-7</sup>	6,473·10 <sup>-8</sup>	0
239	42,3	0,276	0,002	2,691·10 <sup>-9</sup>	6,035·10 <sup>-7</sup>	6,335·10 <sup>-8</sup>	0
240	42,3	0,276	0,002	2,633·10 <sup>-9</sup>	5,905·10 <sup>-7</sup>	6,198·10 <sup>-8</sup>	0
241	42,4	0,276	0,002	2,573·10 <sup>-9</sup>	5,771·10 <sup>-7</sup>	6,058·10 <sup>-8</sup>	0
242	42,5	0,277	0,002	2,512·10 <sup>-9</sup>	5,634·10 <sup>-7</sup>	5,914·10 <sup>-8</sup>	0
243	42,5	0,277	0,002	2,449·10 <sup>-9</sup>	5,493·10 <sup>-7</sup>	5,766·10 <sup>-8</sup>	0
244	42,6	0,277	0,002	2,386·10 <sup>-9</sup>	5,352·10 <sup>-7</sup>	5,618·10 <sup>-8</sup>	0
245	42,7	0,277	0,002	2,323·10 <sup>-9</sup>	5,211·10 <sup>-7</sup>	5,47·10 <sup>-8</sup>	0
246	42,7	0,277	0,002	2,26·10 <sup>-9</sup>	5,068·10 <sup>-7</sup>	5,32·10 <sup>-8</sup>	0
247	42,8	0,277	0,002	2,194·10 <sup>-9</sup>	4,921·10 <sup>-7</sup>	5,166·10 <sup>-8</sup>	0
248	42,8	0,278	0,002	2,128·10 <sup>-9</sup>	4,774·10 <sup>-7</sup>	5,011·10 <sup>-8</sup>	0
249	42,9	0,278	0,002	2,063·10 <sup>-9</sup>	4,627·10 <sup>-7</sup>	4,857·10 <sup>-8</sup>	0
250	43,0	0,278	0,002	1,997·10 <sup>-9</sup>	4,48·10 <sup>-7</sup>	4,702·10 <sup>-8</sup>	0



Время, с	Температура, °С	Парциальная плотность O <sub>2</sub> , кг/куб. м.	Оптическая плотность дыма, Нп/м	Парциальная плотность HCl, кг/куб. м.	Парциальная плотность CO <sub>2</sub> , кг/куб. м.	Парциальная плотность CO, кг/куб. м.	Интенсивность теплового потока q, кВт/м <sup>2</sup> .
251	43,0	0,278	0,002	1,932·10 <sup>-9</sup>	4,333·10 <sup>-7</sup>	4,548·10 <sup>-8</sup>	0
252	43,1	0,278	0,002	1,867·10 <sup>-9</sup>	4,188·10 <sup>-7</sup>	4,396·10 <sup>-8</sup>	0
253	43,2	0,278	0,002	1,803·10 <sup>-9</sup>	4,044·10 <sup>-7</sup>	4,244·10 <sup>-8</sup>	0
254	43,2	0,278	0,001	1,739·10 <sup>-9</sup>	3,9·10 <sup>-7</sup>	4,094·10 <sup>-8</sup>	0
255	43,3	0,279	0,001	1,675·10 <sup>-9</sup>	3,758·10 <sup>-7</sup>	3,944·10 <sup>-8</sup>	0
256	43,4	0,279	0,001	1,612·10 <sup>-9</sup>	3,616·10 <sup>-7</sup>	3,796·10 <sup>-8</sup>	0
257	43,4	0,279	0,001	1,55·10 <sup>-9</sup>	3,476·10 <sup>-7</sup>	3,649·10 <sup>-8</sup>	0
258	43,5	0,279	0,001	1,488·10 <sup>-9</sup>	3,337·10 <sup>-7</sup>	3,503·10 <sup>-8</sup>	0
259	43,6	0,279	0,001	1,427·10 <sup>-9</sup>	3,201·10 <sup>-7</sup>	3,36·10 <sup>-8</sup>	0
260	43,7	0,28	0,001	1,368·10 <sup>-9</sup>	3,067·10 <sup>-7</sup>	3,22·10 <sup>-8</sup>	0
261	43,7	0,28	0,001	1,31·10 <sup>-9</sup>	2,937·10 <sup>-7</sup>	3,083·10 <sup>-8</sup>	0
262	43,8	0,28	0,001	1,254·10 <sup>-9</sup>	2,812·10 <sup>-7</sup>	2,952·10 <sup>-8</sup>	0
263	43,9	0,28	0,001	1,2·10 <sup>-9</sup>	2,692·10 <sup>-7</sup>	2,825·10 <sup>-8</sup>	0
264	43,9	0,28	9,701·10 <sup>-4</sup>	1,149·10 <sup>-9</sup>	2,577·10 <sup>-7</sup>	2,705·10 <sup>-8</sup>	0
265	44,0	0,28	9,292·10 <sup>-4</sup>	1,101·10 <sup>-9</sup>	2,47·10 <sup>-7</sup>	2,593·10 <sup>-8</sup>	0
266	44,1	0,281	8,91·10 <sup>-4</sup>	1,056·10 <sup>-9</sup>	2,369·10 <sup>-7</sup>	2,487·10 <sup>-8</sup>	0
267	44,2	0,281	8,553·10 <sup>-4</sup>	1,015·10 <sup>-9</sup>	2,276·10 <sup>-7</sup>	2,389·10 <sup>-8</sup>	0
268	44,2	0,281	8,218·10 <sup>-4</sup>	9,755·10 <sup>-10</sup>	2,188·10 <sup>-7</sup>	2,297·10 <sup>-8</sup>	0
269	44,3	0,281	7,911·10 <sup>-4</sup>	9,395·10 <sup>-10</sup>	2,107·10 <sup>-7</sup>	2,212·10 <sup>-8</sup>	0
270	44,4	0,281	7,626·10 <sup>-4</sup>	9,062·10 <sup>-10</sup>	2,033·10 <sup>-7</sup>	2,134·10 <sup>-8</sup>	0
271	44,5	0,281	7,364·10 <sup>-4</sup>	8,755·10 <sup>-10</sup>	1,964·10 <sup>-7</sup>	2,061·10 <sup>-8</sup>	0
272	44,6	0,282	7,114·10 <sup>-4</sup>	8,463·10 <sup>-10</sup>	1,898·10 <sup>-7</sup>	1,992·10 <sup>-8</sup>	0
273	44,6	0,282	6,879·10 <sup>-4</sup>	8,188·10 <sup>-10</sup>	1,837·10 <sup>-7</sup>	1,928·10 <sup>-8</sup>	0
274	44,7	0,282	6,655·10 <sup>-4</sup>	7,927·10 <sup>-10</sup>	1,778·10 <sup>-7</sup>	1,866·10 <sup>-8</sup>	0
275	44,8	0,282	6,447·10 <sup>-4</sup>	7,683·10 <sup>-10</sup>	1,723·10 <sup>-7</sup>	1,809·10 <sup>-8</sup>	0
276	44,9	0,282	6,25·10 <sup>-4</sup>	7,452·10 <sup>-10</sup>	1,672·10 <sup>-7</sup>	1,755·10 <sup>-8</sup>	0
277	45,0	0,283	6,058·10 <sup>-4</sup>	7,228·10 <sup>-10</sup>	1,621·10 <sup>-7</sup>	1,702·10 <sup>-8</sup>	0
278	45,0	0,283	5,873·10 <sup>-4</sup>	7,012·10 <sup>-10</sup>	1,573·10 <sup>-7</sup>	1,651·10 <sup>-8</sup>	0
279	45,1	0,283	5,693·10 <sup>-4</sup>	6,8·10 <sup>-10</sup>	1,525·10 <sup>-7</sup>	1,601·10 <sup>-8</sup>	0
280	45,2	0,283	5,52·10 <sup>-4</sup>	6,598·10 <sup>-10</sup>	1,48·10 <sup>-7</sup>	1,553·10 <sup>-8</sup>	0
281	45,3	0,283	5,355·10 <sup>-4</sup>	6,404·10 <sup>-10</sup>	1,436·10 <sup>-7</sup>	1,508·10 <sup>-8</sup>	0
282	45,3	0,284	5,2·10 <sup>-4</sup>	6,222·10 <sup>-10</sup>	1,396·10 <sup>-7</sup>	1,465·10 <sup>-8</sup>	0
283	45,4	0,284	5,054·10 <sup>-4</sup>	6,052·10 <sup>-10</sup>	1,357·10 <sup>-7</sup>	1,425·10 <sup>-8</sup>	0
284	45,5	0,284	4,909·10 <sup>-4</sup>	5,882·10 <sup>-10</sup>	1,319·10 <sup>-7</sup>	1,385·10 <sup>-8</sup>	0
285	45,6	0,284	4,773·10 <sup>-4</sup>	5,722·10 <sup>-10</sup>	1,283·10 <sup>-7</sup>	1,347·10 <sup>-8</sup>	0
286	45,7	0,284	4,639·10 <sup>-4</sup>	5,565·10 <sup>-10</sup>	1,248·10 <sup>-7</sup>	1,31·10 <sup>-8</sup>	0
287	45,8	0,285	4,511·10 <sup>-4</sup>	5,414·10 <sup>-10</sup>	1,214·10 <sup>-7</sup>	1,275·10 <sup>-8</sup>	0
288	45,8	0,285	4,387·10 <sup>-4</sup>	5,269·10 <sup>-10</sup>	1,182·10 <sup>-7</sup>	1,241·10 <sup>-8</sup>	0
289	45,9	0,285	4,269·10 <sup>-4</sup>	5,13·10 <sup>-10</sup>	1,151·10 <sup>-7</sup>	1,208·10 <sup>-8</sup>	0

Время, с	Температура, °С	Парциальная плотность O <sub>2</sub> , кг/куб. м.	Оптическая плотность дыма, Нп/м	Парциальная плотность HCl, кг/куб. м.	Парциальная плотность CO <sub>2</sub> , кг/куб. м.	Парциальная плотность CO, кг/куб. м.	Интенсивность теплового потока q, кВт/м <sup>2</sup> .
290	46,0	0,285	4,159·10 <sup>-4</sup>	5,002·10 <sup>-10</sup>	1,122·10 <sup>-7</sup>	1,178·10 <sup>-8</sup>	0
291	46,1	0,285	4,057·10 <sup>-4</sup>	4,883·10 <sup>-10</sup>	1,095·10 <sup>-7</sup>	1,15·10 <sup>-8</sup>	0
292	46,2	0,286	3,96·10 <sup>-4</sup>	4,768·10 <sup>-10</sup>	1,07·10 <sup>-7</sup>	1,123·10 <sup>-8</sup>	0
293	46,3	0,286	3,861·10 <sup>-4</sup>	4,653·10 <sup>-10</sup>	1,044·10 <sup>-7</sup>	1,095·10 <sup>-8</sup>	0
294	46,4	0,286	3,772·10 <sup>-4</sup>	4,548·10 <sup>-10</sup>	1,02·10 <sup>-7</sup>	1,071·10 <sup>-8</sup>	0
295	46,5	0,286	3,693·10 <sup>-4</sup>	4,456·10 <sup>-10</sup>	9,995·10 <sup>-8</sup>	1,049·10 <sup>-8</sup>	0
296	46,6	0,286	3,625·10 <sup>-4</sup>	4,377·10 <sup>-10</sup>	9,817·10 <sup>-8</sup>	1,03·10 <sup>-8</sup>	0
297	46,7	0,287	3,565·10 <sup>-4</sup>	4,308·10 <sup>-10</sup>	9,663·10 <sup>-8</sup>	1,014·10 <sup>-8</sup>	0
298	46,8	0,287	3,507·10 <sup>-4</sup>	4,242·10 <sup>-10</sup>	9,514·10 <sup>-8</sup>	9,986·10 <sup>-9</sup>	0
299	46,9	0,287	3,444·10 <sup>-4</sup>	4,169·10 <sup>-10</sup>	9,351·10 <sup>-8</sup>	9,816·10 <sup>-9</sup>	0
300	47,0	0,287	3,373·10 <sup>-4</sup>	4,088·10 <sup>-10</sup>	9,168·10 <sup>-8</sup>	9,624·10 <sup>-9</sup>	0
301	47,1	0,287	3,295·10 <sup>-4</sup>	3,997·10 <sup>-10</sup>	8,964·10 <sup>-8</sup>	9,409·10 <sup>-9</sup>	0
302	47,2	0,288	3,212·10 <sup>-4</sup>	3,899·10 <sup>-10</sup>	8,744·10 <sup>-8</sup>	9,179·10 <sup>-9</sup>	0
303	47,3	0,288	3,126·10 <sup>-4</sup>	3,798·10 <sup>-10</sup>	8,52·10 <sup>-8</sup>	8,943·10 <sup>-9</sup>	0
304	47,4	0,288	3,042·10 <sup>-4</sup>	3,699·10 <sup>-10</sup>	8,297·10 <sup>-8</sup>	8,709·10 <sup>-9</sup>	0
305	47,5	0,288	2,961·10 <sup>-4</sup>	3,605·10 <sup>-10</sup>	8,085·10 <sup>-8</sup>	8,486·10 <sup>-9</sup>	0
306	47,6	0,288	2,885·10 <sup>-4</sup>	3,515·10 <sup>-10</sup>	7,885·10 <sup>-8</sup>	8,276·10 <sup>-9</sup>	0
307	47,7	0,289	2,814·10 <sup>-4</sup>	3,432·10 <sup>-10</sup>	7,699·10 <sup>-8</sup>	8,081·10 <sup>-9</sup>	0
308	47,8	0,289	2,747·10 <sup>-4</sup>	3,355·10 <sup>-10</sup>	7,526·10 <sup>-8</sup>	7,9·10 <sup>-9</sup>	0
309	47,9	0,289	2,686·10 <sup>-4</sup>	3,285·10 <sup>-10</sup>	7,367·10 <sup>-8</sup>	7,733·10 <sup>-9</sup>	0
310	48,0	0,289	2,631·10 <sup>-4</sup>	3,222·10 <sup>-10</sup>	7,226·10 <sup>-8</sup>	7,585·10 <sup>-9</sup>	0
311	48,1	0,29	2,585·10 <sup>-4</sup>	3,17·10 <sup>-10</sup>	7,109·10 <sup>-8</sup>	7,462·10 <sup>-9</sup>	0
312	48,2	0,29	2,552·10 <sup>-4</sup>	3,133·10 <sup>-10</sup>	7,027·10 <sup>-8</sup>	7,376·10 <sup>-9</sup>	0
313	48,3	0,29	2,536·10 <sup>-4</sup>	3,119·10 <sup>-10</sup>	6,995·10 <sup>-8</sup>	7,343·10 <sup>-9</sup>	0
314	48,4	0,29	2,545·10 <sup>-4</sup>	3,135·10 <sup>-10</sup>	7,032·10 <sup>-8</sup>	7,381·10 <sup>-9</sup>	0
315	48,5	0,29	2,583·10 <sup>-4</sup>	3,189·10 <sup>-10</sup>	7,153·10 <sup>-8</sup>	7,508·10 <sup>-9</sup>	0
316	48,6	0,291	2,654·10 <sup>-4</sup>	3,284·10 <sup>-10</sup>	7,365·10 <sup>-8</sup>	7,731·10 <sup>-9</sup>	0
317	48,8	0,291	2,757·10 <sup>-4</sup>	3,419·10 <sup>-10</sup>	7,669·10 <sup>-8</sup>	8,05·10 <sup>-9</sup>	0
318	48,9	0,291	2,89·10 <sup>-4</sup>	3,593·10 <sup>-10</sup>	8,059·10 <sup>-8</sup>	8,46·10 <sup>-9</sup>	0
319	49,0	0,291	3,054·10 <sup>-4</sup>	3,805·10 <sup>-10</sup>	8,533·10 <sup>-8</sup>	8,957·10 <sup>-9</sup>	0
320	49,1	0,291	3,244·10 <sup>-4</sup>	4,05·10 <sup>-10</sup>	9,083·10 <sup>-8</sup>	9,535·10 <sup>-9</sup>	0
321	49,2	0,292	3,459·10 <sup>-4</sup>	4,326·10 <sup>-10</sup>	9,704·10 <sup>-8</sup>	1,019·10 <sup>-8</sup>	0
322	49,4	0,292	3,698·10 <sup>-4</sup>	4,633·10 <sup>-10</sup>	1,039·10 <sup>-7</sup>	1,091·10 <sup>-8</sup>	0
323	49,5	0,292	3,96·10 <sup>-4</sup>	4,97·10 <sup>-10</sup>	1,115·10 <sup>-7</sup>	1,17·10 <sup>-8</sup>	0
324	49,6	0,292	4,247·10 <sup>-4</sup>	5,337·10 <sup>-10</sup>	1,197·10 <sup>-7</sup>	1,257·10 <sup>-8</sup>	0
325	49,7	0,293	4,562·10 <sup>-4</sup>	5,741·10 <sup>-10</sup>	1,288·10 <sup>-7</sup>	1,352·10 <sup>-8</sup>	0
326	49,9	0,293	4,906·10 <sup>-4</sup>	6,182·10 <sup>-10</sup>	1,386·10 <sup>-7</sup>	1,455·10 <sup>-8</sup>	0
327	50,0	0,293	5,279·10 <sup>-4</sup>	6,659·10 <sup>-10</sup>	1,494·10 <sup>-7</sup>	1,568·10 <sup>-8</sup>	0
328	50,1	0,293	5,68·10 <sup>-4</sup>	7,172·10 <sup>-10</sup>	1,609·10 <sup>-7</sup>	1,688·10 <sup>-8</sup>	0

Время, с	Температура, °С	Парциальная плотность O <sub>2</sub> , кг/куб. м.	Оптическая плотность дыма, Нп/м	Парциальная плотность HCl, кг/куб. м.	Парциальная плотность CO <sub>2</sub> , кг/куб. м.	Парциальная плотность CO, кг/куб. м.	Интенсивность теплового потока q, кВт/м <sup>2</sup> .
329	50,2	0,293	6,106·10 <sup>-4</sup>	7,717·10 <sup>-10</sup>	1,731·10 <sup>-7</sup>	1,817·10 <sup>-8</sup>	0
330	50,3	0,294	6,551·10 <sup>-4</sup>	8,289·10 <sup>-10</sup>	1,859·10 <sup>-7</sup>	1,951·10 <sup>-8</sup>	0
331	50,5	0,294	7,006·10 <sup>-4</sup>	8,874·10 <sup>-10</sup>	1,99·10 <sup>-7</sup>	2,089·10 <sup>-8</sup>	0
332	50,6	0,294	7,458·10 <sup>-4</sup>	9,455·10 <sup>-10</sup>	2,121·10 <sup>-7</sup>	2,226·10 <sup>-8</sup>	0
333	50,7	0,294	7,9·10 <sup>-4</sup>	1,002·10 <sup>-9</sup>	2,248·10 <sup>-7</sup>	2,36·10 <sup>-8</sup>	0
334	50,8	0,295	8,327·10 <sup>-4</sup>	1,057·10 <sup>-9</sup>	2,372·10 <sup>-7</sup>	2,489·10 <sup>-8</sup>	0
335	51,0	0,295	8,727·10 <sup>-4</sup>	1,109·10 <sup>-9</sup>	2,488·10 <sup>-7</sup>	2,611·10 <sup>-8</sup>	0
336	51,1	0,295	9,101·10 <sup>-4</sup>	1,158·10 <sup>-9</sup>	2,596·10 <sup>-7</sup>	2,725·10 <sup>-8</sup>	0
337	51,2	0,295	9,452·10 <sup>-4</sup>	1,203·10 <sup>-9</sup>	2,698·10 <sup>-7</sup>	2,833·10 <sup>-8</sup>	0
338	51,3	0,296	9,782·10 <sup>-4</sup>	1,246·10 <sup>-9</sup>	2,795·10 <sup>-7</sup>	2,933·10 <sup>-8</sup>	0
339	51,4	0,296	0,001	1,287·10 <sup>-9</sup>	2,886·10 <sup>-7</sup>	3,03·10 <sup>-8</sup>	0
340	51,5	0,296	0,001	1,327·10 <sup>-9</sup>	2,977·10 <sup>-7</sup>	3,125·10 <sup>-8</sup>	0
341	51,6	0,296	0,001	1,367·10 <sup>-9</sup>	3,066·10 <sup>-7</sup>	3,219·10 <sup>-8</sup>	0
342	51,7	0,297	0,001	1,407·10 <sup>-9</sup>	3,156·10 <sup>-7</sup>	3,313·10 <sup>-8</sup>	0
343	51,8	0,297	0,001	1,447·10 <sup>-9</sup>	3,246·10 <sup>-7</sup>	3,407·10 <sup>-8</sup>	0
344	51,9	0,297	0,001	1,488·10 <sup>-9</sup>	3,337·10 <sup>-7</sup>	3,503·10 <sup>-8</sup>	0
345	52,0	0,297	0,001	1,529·10 <sup>-9</sup>	3,429·10 <sup>-7</sup>	3,599·10 <sup>-8</sup>	0
346	52,1	0,298	0,001	1,571·10 <sup>-9</sup>	3,523·10 <sup>-7</sup>	3,698·10 <sup>-8</sup>	0
347	52,2	0,298	0,001	1,614·10 <sup>-9</sup>	3,62·10 <sup>-7</sup>	3,8·10 <sup>-8</sup>	0
348	52,3	0,298	0,001	1,66·10 <sup>-9</sup>	3,724·10 <sup>-7</sup>	3,909·10 <sup>-8</sup>	0
349	52,4	0,298	0,001	1,71·10 <sup>-9</sup>	3,835·10 <sup>-7</sup>	4,025·10 <sup>-8</sup>	0
350	52,5	0,299	0,001	1,764·10 <sup>-9</sup>	3,956·10 <sup>-7</sup>	4,152·10 <sup>-8</sup>	0
351	52,6	0,299	0,001	1,823·10 <sup>-9</sup>	4,088·10 <sup>-7</sup>	4,291·10 <sup>-8</sup>	0
352	52,7	0,299	0,001	1,887·10 <sup>-9</sup>	4,232·10 <sup>-7</sup>	4,442·10 <sup>-8</sup>	0
353	52,8	0,3	0,002	1,956·10 <sup>-9</sup>	4,388·10 <sup>-7</sup>	4,606·10 <sup>-8</sup>	0
354	52,9	0,3	0,002	2,031·10 <sup>-9</sup>	4,556·10 <sup>-7</sup>	4,782·10 <sup>-8</sup>	0
355	53,0	0,3	0,002	2,113·10 <sup>-9</sup>	4,74·10 <sup>-7</sup>	4,975·10 <sup>-8</sup>	0
356	53,2	0,3	0,002	2,207·10 <sup>-9</sup>	4,95·10 <sup>-7</sup>	5,196·10 <sup>-8</sup>	0
357	53,3	0,301	0,002	2,316·10 <sup>-9</sup>	5,195·10 <sup>-7</sup>	5,454·10 <sup>-8</sup>	0
358	53,4	0,301	0,002	2,447·10 <sup>-9</sup>	5,488·10 <sup>-7</sup>	5,761·10 <sup>-8</sup>	0
359	53,6	0,301	0,002	2,603·10 <sup>-9</sup>	5,839·10 <sup>-7</sup>	6,129·10 <sup>-8</sup>	0
360	53,7	0,301	0,002	2,792·10 <sup>-9</sup>	6,262·10 <sup>-7</sup>	6,573·10 <sup>-8</sup>	0
361	53,9	0,302	0,002	3,017·10 <sup>-9</sup>	6,767·10 <sup>-7</sup>	7,103·10 <sup>-8</sup>	0
362	54,1	0,302	0,003	3,284·10 <sup>-9</sup>	7,366·10 <sup>-7</sup>	7,732·10 <sup>-8</sup>	0
363	54,3	0,302	0,003	3,6·10 <sup>-9</sup>	8,074·10 <sup>-7</sup>	8,476·10 <sup>-8</sup>	0
364	54,5	0,302	0,003	3,969·10 <sup>-9</sup>	8,902·10 <sup>-7</sup>	9,344·10 <sup>-8</sup>	0
365	54,7	0,302	0,003	4,396·10 <sup>-9</sup>	9,86·10 <sup>-7</sup>	1,035·10 <sup>-7</sup>	0
366	55,0	0,302	0,004	4,881·10 <sup>-9</sup>	1,095·10 <sup>-6</sup>	1,149·10 <sup>-7</sup>	0
367	55,2	0,303	0,004	5,409·10 <sup>-9</sup>	1,213·10 <sup>-6</sup>	1,273·10 <sup>-7</sup>	0

Время, с	Температура, °С	Парциальная плотность O <sub>2</sub> , кг/куб. м.	Оптическая плотность дыма, Нп/м	Парциальная плотность HCl, кг/куб. м.	Парциальная плотность CO <sub>2</sub> , кг/куб. м.	Парциальная плотность CO, кг/куб. м.	Интенсивность теплового потока q, кВт/м <sup>2</sup> .
368	55,4	0,303	0,005	$5,95 \cdot 10^{-9}$	$1,335 \cdot 10^{-6}$	$1,401 \cdot 10^{-7}$	0
369	55,6	0,303	0,005	$6,466 \cdot 10^{-9}$	$1,45 \cdot 10^{-6}$	$1,522 \cdot 10^{-7}$	0
370	55,8	0,303	0,005	$6,924 \cdot 10^{-9}$	$1,553 \cdot 10^{-6}$	$1,63 \cdot 10^{-7}$	0
371	56,0	0,303	0,006	$7,297 \cdot 10^{-9}$	$1,637 \cdot 10^{-6}$	$1,718 \cdot 10^{-7}$	0
372	56,2	0,304	0,006	$7,57 \cdot 10^{-9}$	$1,698 \cdot 10^{-6}$	$1,782 \cdot 10^{-7}$	0
373	56,4	0,304	0,006	$7,734 \cdot 10^{-9}$	$1,735 \cdot 10^{-6}$	$1,821 \cdot 10^{-7}$	0
374	56,5	0,304	0,006	$7,786 \cdot 10^{-9}$	$1,746 \cdot 10^{-6}$	$1,833 \cdot 10^{-7}$	0
375	56,6	0,304	0,006	$7,72 \cdot 10^{-9}$	$1,732 \cdot 10^{-6}$	$1,818 \cdot 10^{-7}$	0
376	56,7	0,305	0,006	$7,581 \cdot 10^{-9}$	$1,7 \cdot 10^{-6}$	$1,785 \cdot 10^{-7}$	0
377	56,8	0,305	0,006	$7,41 \cdot 10^{-9}$	$1,662 \cdot 10^{-6}$	$1,745 \cdot 10^{-7}$	0
378	56,9	0,305	0,005	$7,251 \cdot 10^{-9}$	$1,626 \cdot 10^{-6}$	$1,707 \cdot 10^{-7}$	0
379	57,0	0,306	0,005	$7,1 \cdot 10^{-9}$	$1,592 \cdot 10^{-6}$	$1,672 \cdot 10^{-7}$	0
380	57,0	0,306	0,005	$6,974 \cdot 10^{-9}$	$1,564 \cdot 10^{-6}$	$1,642 \cdot 10^{-7}$	0
381	57,1	0,306	0,005	$6,89 \cdot 10^{-9}$	$1,545 \cdot 10^{-6}$	$1,622 \cdot 10^{-7}$	0
382	57,2	0,307	0,005	$6,842 \cdot 10^{-9}$	$1,535 \cdot 10^{-6}$	$1,611 \cdot 10^{-7}$	0
383	57,3	0,307	0,005	$6,767 \cdot 10^{-9}$	$1,518 \cdot 10^{-6}$	$1,593 \cdot 10^{-7}$	0
384	57,4	0,307	0,005	$6,685 \cdot 10^{-9}$	$1,499 \cdot 10^{-6}$	$1,574 \cdot 10^{-7}$	0
385	57,4	0,308	0,005	$6,634 \cdot 10^{-9}$	$1,488 \cdot 10^{-6}$	$1,562 \cdot 10^{-7}$	0
386	57,5	0,308	0,005	$6,653 \cdot 10^{-9}$	$1,492 \cdot 10^{-6}$	$1,566 \cdot 10^{-7}$	0
387	57,7	0,308	0,005	$6,789 \cdot 10^{-9}$	$1,523 \cdot 10^{-6}$	$1,598 \cdot 10^{-7}$	0
388	57,8	0,309	0,005	$6,933 \cdot 10^{-9}$	$1,555 \cdot 10^{-6}$	$1,632 \cdot 10^{-7}$	0
389	57,9	0,309	0,005	$7,06 \cdot 10^{-9}$	$1,584 \cdot 10^{-6}$	$1,662 \cdot 10^{-7}$	0
390	58,0	0,309	0,005	$7,131 \cdot 10^{-9}$	$1,599 \cdot 10^{-6}$	$1,679 \cdot 10^{-7}$	0
391	58,1	0,31	0,005	$7,143 \cdot 10^{-9}$	$1,602 \cdot 10^{-6}$	$1,682 \cdot 10^{-7}$	0
392	58,2	0,31	0,005	$7,121 \cdot 10^{-9}$	$1,597 \cdot 10^{-6}$	$1,677 \cdot 10^{-7}$	0
393	58,2	0,31	0,005	$7,058 \cdot 10^{-9}$	$1,583 \cdot 10^{-6}$	$1,662 \cdot 10^{-7}$	0
394	58,3	0,311	0,005	$6,988 \cdot 10^{-9}$	$1,567 \cdot 10^{-6}$	$1,645 \cdot 10^{-7}$	0
395	58,4	0,311	0,005	$6,927 \cdot 10^{-9}$	$1,554 \cdot 10^{-6}$	$1,631 \cdot 10^{-7}$	0
396	58,5	0,311	0,005	$6,872 \cdot 10^{-9}$	$1,541 \cdot 10^{-6}$	$1,618 \cdot 10^{-7}$	0
397	58,6	0,312	0,005	$6,866 \cdot 10^{-9}$	$1,54 \cdot 10^{-6}$	$1,616 \cdot 10^{-7}$	0
398	58,7	0,312	0,005	$6,945 \cdot 10^{-9}$	$1,558 \cdot 10^{-6}$	$1,635 \cdot 10^{-7}$	0
399	58,8	0,312	0,005	$7,021 \cdot 10^{-9}$	$1,575 \cdot 10^{-6}$	$1,653 \cdot 10^{-7}$	0
400	58,9	0,313	0,005	$7,029 \cdot 10^{-9}$	$1,577 \cdot 10^{-6}$	$1,655 \cdot 10^{-7}$	0
401	59,1	0,313	0,005	$7,039 \cdot 10^{-9}$	$1,579 \cdot 10^{-6}$	$1,657 \cdot 10^{-7}$	0
402	59,2	0,313	0,005	$7,09 \cdot 10^{-9}$	$1,59 \cdot 10^{-6}$	$1,669 \cdot 10^{-7}$	0
403	59,3	0,313	0,005	$7,208 \cdot 10^{-9}$	$1,617 \cdot 10^{-6}$	$1,697 \cdot 10^{-7}$	0
404	59,5	0,314	0,005	$7,411 \cdot 10^{-9}$	$1,662 \cdot 10^{-6}$	$1,745 \cdot 10^{-7}$	0
405	59,7	0,314	0,006	$7,709 \cdot 10^{-9}$	$1,729 \cdot 10^{-6}$	$1,815 \cdot 10^{-7}$	0
406	59,9	0,314	0,006	$8,108 \cdot 10^{-9}$	$1,818 \cdot 10^{-6}$	$1,909 \cdot 10^{-7}$	0

Время, с	Температура, °С	Парциальная плотность O <sub>2</sub> , кг/куб. м.	Оптическая плотность дыма, Нп/м	Парциальная плотность HCl, кг/куб. м.	Парциальная плотность CO <sub>2</sub> , кг/куб. м.	Парциальная плотность CO, кг/куб. м.	Интенсивность теплового потока q, кВт/м <sup>2</sup> .
407	60,1	0,314	0,006	8,609·10 <sup>-9</sup>	1,931·10 <sup>-6</sup>	2,027·10 <sup>-7</sup>	0
408	60,4	0,315	0,007	9,211·10 <sup>-9</sup>	2,066·10 <sup>-6</sup>	2,169·10 <sup>-7</sup>	0
409	60,6	0,315	0,007	9,889·10 <sup>-9</sup>	2,218·10 <sup>-6</sup>	2,328·10 <sup>-7</sup>	0
410	60,8	0,315	0,008	1,063·10 <sup>-8</sup>	2,384·10 <sup>-6</sup>	2,503·10 <sup>-7</sup>	0
411	61,1	0,315	0,008	1,142·10 <sup>-8</sup>	2,562·10 <sup>-6</sup>	2,689·10 <sup>-7</sup>	0
412	61,3	0,315	0,009	1,225·10 <sup>-8</sup>	2,749·10 <sup>-6</sup>	2,885·10 <sup>-7</sup>	0
413	61,6	0,316	0,01	1,312·10 <sup>-8</sup>	2,942·10 <sup>-6</sup>	3,088·10 <sup>-7</sup>	0
414	61,9	0,316	0,01	1,399·10 <sup>-8</sup>	3,138·10 <sup>-6</sup>	3,294·10 <sup>-7</sup>	0
415	62,1	0,316	0,011	1,487·10 <sup>-8</sup>	3,334·10 <sup>-6</sup>	3,5·10 <sup>-7</sup>	0
416	62,4	0,316	0,011	1,573·10 <sup>-8</sup>	3,528·10 <sup>-6</sup>	3,703·10 <sup>-7</sup>	0
417	62,6	0,316	0,012	1,656·10 <sup>-8</sup>	3,715·10 <sup>-6</sup>	3,899·10 <sup>-7</sup>	0
418	62,9	0,317	0,013	1,735·10 <sup>-8</sup>	3,892·10 <sup>-6</sup>	4,085·10 <sup>-7</sup>	0
419	63,1	0,317	0,013	1,807·10 <sup>-8</sup>	4,054·10 <sup>-6</sup>	4,255·10 <sup>-7</sup>	0
420	63,3	0,317	0,014	1,872·10 <sup>-8</sup>	4,198·10 <sup>-6</sup>	4,407·10 <sup>-7</sup>	0
421	63,5	0,317	0,014	1,927·10 <sup>-8</sup>	4,322·10 <sup>-6</sup>	4,536·10 <sup>-7</sup>	0
422	63,6	0,318	0,014	1,975·10 <sup>-8</sup>	4,429·10 <sup>-6</sup>	4,649·10 <sup>-7</sup>	0
423	63,8	0,318	0,015	2,018·10 <sup>-8</sup>	4,527·10 <sup>-6</sup>	4,752·10 <sup>-7</sup>	0
424	63,9	0,318	0,015	2,06·10 <sup>-8</sup>	4,621·10 <sup>-6</sup>	4,85·10 <sup>-7</sup>	0
425	64,0	0,319	0,015	2,103·10 <sup>-8</sup>	4,717·10 <sup>-6</sup>	4,951·10 <sup>-7</sup>	0
426	64,1	0,319	0,015	2,152·10 <sup>-8</sup>	4,826·10 <sup>-6</sup>	5,066·10 <sup>-7</sup>	0
427	64,3	0,319	0,016	2,207·10 <sup>-8</sup>	4,951·10 <sup>-6</sup>	5,196·10 <sup>-7</sup>	0
428	64,4	0,32	0,016	2,268·10 <sup>-8</sup>	5,088·10 <sup>-6</sup>	5,34·10 <sup>-7</sup>	0
429	64,6	0,32	0,017	2,336·10 <sup>-8</sup>	5,24·10 <sup>-6</sup>	5,5·10 <sup>-7</sup>	0
430	64,7	0,32	0,017	2,409·10 <sup>-8</sup>	5,404·10 <sup>-6</sup>	5,672·10 <sup>-7</sup>	0
431	64,9	0,321	0,018	2,485·10 <sup>-8</sup>	5,574·10 <sup>-6</sup>	5,851·10 <sup>-7</sup>	0
432	65,1	0,321	0,018	2,561·10 <sup>-8</sup>	5,745·10 <sup>-6</sup>	6,03·10 <sup>-7</sup>	0
433	65,3	0,321	0,019	2,635·10 <sup>-8</sup>	5,91·10 <sup>-6</sup>	6,203·10 <sup>-7</sup>	0
434	65,5	0,321	0,019	2,7·10 <sup>-8</sup>	6,056·10 <sup>-6</sup>	6,357·10 <sup>-7</sup>	0
435	65,7	0,322	0,02	2,756·10 <sup>-8</sup>	6,181·10 <sup>-6</sup>	6,488·10 <sup>-7</sup>	0
436	65,9	0,322	0,02	2,801·10 <sup>-8</sup>	6,283·10 <sup>-6</sup>	6,595·10 <sup>-7</sup>	0
437	66,0	0,322	0,02	2,836·10 <sup>-8</sup>	6,361·10 <sup>-6</sup>	6,677·10 <sup>-7</sup>	0
438	66,1	0,323	0,02	2,863·10 <sup>-8</sup>	6,421·10 <sup>-6</sup>	6,74·10 <sup>-7</sup>	0
439	66,3	0,323	0,02	2,883·10 <sup>-8</sup>	6,466·10 <sup>-6</sup>	6,787·10 <sup>-7</sup>	0
440	66,4	0,323	0,02	2,894·10 <sup>-8</sup>	6,491·10 <sup>-6</sup>	6,813·10 <sup>-7</sup>	0
441	66,5	0,324	0,02	2,897·10 <sup>-8</sup>	6,497·10 <sup>-6</sup>	6,82·10 <sup>-7</sup>	0
442	66,6	0,324	0,02	2,896·10 <sup>-8</sup>	6,495·10 <sup>-6</sup>	6,817·10 <sup>-7</sup>	0
443	66,7	0,324	0,02	2,897·10 <sup>-8</sup>	6,497·10 <sup>-6</sup>	6,82·10 <sup>-7</sup>	0
444	66,9	0,325	0,02	2,901·10 <sup>-8</sup>	6,508·10 <sup>-6</sup>	6,831·10 <sup>-7</sup>	0
445	67,0	0,325	0,021	2,913·10 <sup>-8</sup>	6,534·10 <sup>-6</sup>	6,858·10 <sup>-7</sup>	0

Время, с	Температура, °С	Парциальная плотность O <sub>2</sub> , кг/куб. м.	Оптическая плотность дыма, Нп/м	Парциальная плотность HCl, кг/куб. м.	Парциальная плотность CO <sub>2</sub> , кг/куб. м.	Парциальная плотность CO, кг/куб. м.	Интенсивность теплового потока q, кВт/м <sup>2</sup> .
446	67,2	0,325	0,021	2,934·10 <sup>-8</sup>	6,581·10 <sup>-6</sup>	6,908·10 <sup>-7</sup>	0
447	67,3	0,326	0,021	2,967·10 <sup>-8</sup>	6,655·10 <sup>-6</sup>	6,986·10 <sup>-7</sup>	0
448	67,5	0,326	0,021	3,01·10 <sup>-8</sup>	6,751·10 <sup>-6</sup>	7,086·10 <sup>-7</sup>	0
449	67,7	0,326	0,021	3,06·10 <sup>-8</sup>	6,863·10 <sup>-6</sup>	7,204·10 <sup>-7</sup>	0
450	67,9	0,327	0,022	3,115·10 <sup>-8</sup>	6,986·10 <sup>-6</sup>	7,333·10 <sup>-7</sup>	0
451	68,1	0,327	0,022	3,173·10 <sup>-8</sup>	7,117·10 <sup>-6</sup>	7,47·10 <sup>-7</sup>	0
452	68,3	0,327	0,023	3,235·10 <sup>-8</sup>	7,255·10 <sup>-6</sup>	7,615·10 <sup>-7</sup>	0
453	68,5	0,327	0,023	3,298·10 <sup>-8</sup>	7,398·10 <sup>-6</sup>	7,765·10 <sup>-7</sup>	0
454	68,7	0,328	0,023	3,364·10 <sup>-8</sup>	7,545·10 <sup>-6</sup>	7,92·10 <sup>-7</sup>	0
455	68,9	0,328	0,024	3,433·10 <sup>-8</sup>	7,701·10 <sup>-6</sup>	8,084·10 <sup>-7</sup>	0
456	69,1	0,328	0,024	3,508·10 <sup>-8</sup>	7,869·10 <sup>-6</sup>	8,26·10 <sup>-7</sup>	0
457	69,4	0,329	0,025	3,589·10 <sup>-8</sup>	8,05·10 <sup>-6</sup>	8,45·10 <sup>-7</sup>	0
458	69,6	0,329	0,026	3,675·10 <sup>-8</sup>	8,242·10 <sup>-6</sup>	8,651·10 <sup>-7</sup>	0
459	69,9	0,329	0,026	3,762·10 <sup>-8</sup>	8,439·10 <sup>-6</sup>	8,858·10 <sup>-7</sup>	0
460	70,2	0,329	0,027	3,849·10 <sup>-8</sup>	8,633·10 <sup>-6</sup>	9,062·10 <sup>-7</sup>	0

**Приложение В  
(обязательное)**

**Акты внедрения результатов исследования**

## АКТ

о внедрении результатов диссертационной работы на соискание ученой степени кандидата технических наук заместителя начальника кафедры надзорной деятельности (в составе учебно-научного комплекса организации надзорной деятельности) Академии ГПС МЧС России полковника внутренней службы Плешакова Виталия Владимировича на тему: «Информационно-аналитическая поддержка принятия решений на первоначальном этапе расследования пожаров»

Комиссия в составе: председателя комиссии: подполковника внутренней службы Соболева Д.А.,

членов комиссии: подполковник внутренней службы Льдова И.С.;

майора внутренней службы Сячина И.Н.,

назначенная приказом ФГБУ СЭЦ ФПС по г. Москве от 07 августа 2020 года № 46 составила настоящий акт о том, что результаты диссертационной работы на тему: «Информационно-аналитическая поддержка принятия решений на первоначальном этапе расследования пожаров», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук, обладают актуальностью, имеют выраженную практическую направленность и могут быть использованы в судебно-экспертной деятельности по делам о пожарах сотрудниками ФГБУ СЭЦ ФПС по г. Москве.

Выводы и рекомендации автора представляют для судебно-экспертных учреждений ФПС несомненный интерес, использование указанных результатов позволяет повысить научный уровень заключений пожарно-технических экспертиз и исследований.

Заключение: внедрить результаты диссертационной работы в деятельность ФГБУ СЭЦ ФПС по г. Москве.

Председатель комиссии

Члены комиссии:



Соболев Д.А.

Льдов И.С.

Сячин И.Н.

07 августа 2020 г.



УТВЕРЖДАЮ  
 Начальник ФГБУ СЭУ ФПС «ИПЛ»  
 по Чувашской республике - Чувашии  
 майор внутренней службы  
 А.К. Герасимов  
 «06» апреля 2020 г.

АКТ

о внедрении результатов диссертационной работы на соискание ученой степени кандидата технических наук заместителя начальника кафедры надзорной деятельности (в составе учебно-научного комплекса организации надзорной деятельности) Академии ГПС МЧС России полковника внутренней службы Плешакова Виталия Владимировича на тему: «Информационно-аналитическая поддержка принятия решений на первоначальном этапе расследования пожаров»

Комиссия в составе:

председатель - начальник ФГБУ СЭУ ФПС ИПЛ по Чувашской Республике – Чувашии майор внутренней службы Герасимов Андрей Константинович,

члены комиссии:

- заместитель начальника ФГБУ СЭУ ФПС ИПЛ по Чувашской Республике – Чувашии капитан внутренней службы Платонов Дмитрий Сергеевич,

- старший эксперт сектора судебных экспертиз ФГБУ СЭУ ФПС ИПЛ по Чувашской Республике – Чувашии капитан внутренней службы Семенов Александр Юрьевич,

составили настоящий акт о том, что результаты диссертационной работы на тему: «Информационно-аналитическая поддержка принятия решений на первоначальном этапе расследования пожаров», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук, обладают актуальностью, представляют практический интерес и использованы в судебно-экспертной деятельности по делам о пожарах сотрудниками ФГБУ СЭУ ФПС ИПЛ по Чувашской Республике - Чувашии.

Заключение: Диссертация заместителя начальника кафедры надзорной деятельности (в составе учебно-научного комплекса организации надзорной деятельности) Академии ГПС МЧС России Плешакова В.В. имеет выраженную практическую направленность. Выводы и рекомендации автора представляют для судебно-экспертных учреждений ФПС несомненный интерес, использование указанных результатов позволяет повысить научный уровень заключений пожарно-технических экспертиз и исследований.

Председатель комиссии подпись



Члены комиссии:

 А.К. Герасимов  
 Д.С. Платонов  
 А.Ю. Семенов

УТВЕРЖДАЮ  
 Врио начальника ФГБУ СЭУ ФПС ИПЛ  
 по Ярославской области  
 подполковник внутренней службы  
 М.А. Мельников  
 « 18 » 03 2020 г.

#### АКТ

о внедрении результатов диссертационной работы на соискание ученой степени кандидата технических наук заместителя начальника кафедры надзорной деятельности (в составе учебно-научного комплекса организации надзорной деятельности) Академии ГПС МЧС России полковника внутренней службы Плешакова Виталия Владимировича на тему: «Информационно-аналитическая поддержка принятия решений на первоначальном этапе расследования пожаров»

Комиссия в составе:

председатель: врио начальника ФГБУ СЭУ ФПС ИПЛ по Ярославской области подполковник вн. службы Мельников Максим Андреевич,

члены комиссии: начальник сектора судебных экспертиз майор вн. службы Кочеткова Екатерина Борисовна (высшее профессиональное образование, специализация магистр пожарной безопасности, экспертные специализации «Реконструкция процесса возникновения и развития пожара», «Молекулярная и атомная спектроскопия при исследовании объектов СПТЭ», «Обнаружение и классификация инициаторов горения при исследовании объектов СПТЭ», стаж работы в области исследования пожаров 12 лет);

старший эксперт сектора судебных экспертиз майор вн. службы Соловьев Антон Александрович (высшее профессиональное образование, специализация инженер пожарной безопасности, экспертные специализации «Реконструкция процесса возникновения и развития пожара», «Рентгенофазовый анализ при исследовании объектов СПТЭ», «Металлографические и морфологические исследования металлических объектов СПТЭ», стаж работы в области исследования пожаров 15 лет);

эксперт сектора судебных экспертиз капитан вн. службы Лобашов Александр Сергеевич (высшее техническое образование, экспертная специализация «Реконструкция процесса возникновения и развития пожара», стаж работы в области исследования пожаров 15 лет).

составили настоящий акт о том, что результаты диссертационной работы на тему: «Информационно-аналитическая поддержка принятия решений на первоначальном этапе расследования пожаров», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук, обладают актуальностью, представляют практический интерес и использованы в судебно-экспертной деятельности по делам о пожарах сотрудниками ФГБУ СЭУ ФПС ИПЛ по Ярославской области.

Заключение: Диссертация заместителя начальника кафедры надзорной деятельности (в составе учебно-научного комплекса организации надзорной деятельности) Академии ГПС МЧС России Плешакова В.В. имеет выраженную

практическую направленность. Выводы и рекомендации автора представляют для судебно-экспертных учреждений ФПС несомненный интерес, использование указанных результатов позволяет повысить научный уровень заключений пожарно-технических экспертиз и исследований.

Председатель комиссии:



М.А. Мельников

Члены комиссии:



Е.Б. Кочеткова



А.А. Соловьев



А.С. Лобашов

УТВЕРЖДАЮ  
 Заместитель начальника  
 Академии ГПС МЧС России  
 по учебной работе  
 кандидат военных наук, доцент  
 М.В. Бедило  
 « 20 » 2020 г.



о внедрении результатов диссертационной работы на соискание ученой степени кандидата технических наук заместителя начальника кафедры надзорной деятельности (в составе учебно-научного комплекса организации надзорной деятельности) Академии ГПС МЧС России полковника внутренней службы Плешакова Виталия Владимировича на тему: «Информационно-аналитическая поддержка принятия решений на первоначальном этапе расследования пожаров»

Комиссия в составе: заместителя начальника УНК – начальника кафедры надзорной деятельности УНК ОНД к.т.н. доцента Ягодки Евгения Алексеевича, начальника Института развития к.в.н. доцента Никодимова Олега Николаевича профессора кафедры надзорной деятельности УНК ОНД к.ю.н. Назарова Сергея Анатольевича, подтверждает, что результаты диссертационного исследования Плешакова Виталия Владимировича внедрены в учебный процесс кафедры надзорной деятельности (в составе учебно-научного комплекса организации надзорной деятельности) при подготовке лекции по дисциплине «Расследование и экспертиза пожаров» на тему: «Методика экспертного установления очага пожара», а также при разработке лекционного материала по дополнительным профессиональным программам Института развития, категория: начальники (заместители начальников) отделов дознания управлений надзорной деятельности и профилактической работы главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации.

**Комиссия:**

Заместитель начальника УНК-  
 начальник кафедры надзорной деятельности УНК ОНД  
 к.т.н., доцент,  
 полковник внутренней службы

Е.А. Ягодка

Начальник Института развития  
 к.в.н., доцент  
 полковник внутренней службы

О.Н. Никодимов

Профессор кафедры надзорной деятельности УНК ОНД  
 к.ю.н.

С.А. Назаров

УТВЕРЖДАЮ  
 Директор ГБПОУ ТПСК  
 им. В.М. Максимчука  
 кандидат экономических наук  
 А.М. Манаенков  
 « 2020 г.



о внедрении результатов диссертационной работы на соискание ученой степени кандидата технических наук заместителя начальника кафедры надзорной деятельности (в составе учебно-научного комплекса организации надзорной деятельности) Академии ГПС МЧС России полковника внутренней службы Плешакова Виталия Владимировича на тему: «Информационно-аналитическая поддержка принятия решений на первоначальном этапе расследования пожаров»

Комиссия в составе: заместителя директора по учебной работе ГБПОУ ТПСК им. В.М. Максимчука Денисенко Петра Александровича, начальника учебно-методического отдела ГБПОУ ТПСК им. В.М. Максимчука Дудченко Андрея Евгеньевича, заведующего отделением образовательных проектов ГБПОУ ТПСК им. В.М. Максимчука Баранова Дмитрия Юрьевича, подтверждает, что результаты диссертационного исследования Плешакова Виталия Владимировича внедрены в учебный процесс групп 4 курса студентов ГБПОУ ТПСК им. В.М. Максимчука при подготовке выездных занятий по дисциплине «Расследование и экспертиза пожаров» на тему: «Методика экспертного установления очага пожара», а также при написании учебника для учебных заведений СПО «Основы Расследования и экспертиза пожаров».

**Комиссия:**

Заместитель директора по учебной работе  
 ГБПОУ ТПСК им. В.М. Максимчука

П.А. Денисенко

начальник учебно-методического отдела  
 ГБПОУ ТПСК им. В.М. Максимчука

А.Е. Дудченко

Заведующий отделением образовательных проектов  
 ГБПОУ ТПСК им. В.М. Максимчука

Д.Ю. Баранова