Извещатель пожарный с видеоканалом ИП928-1-В-РБ «Видеосенс». Устройство извещателя и его использование.

Оглавление

1. НАЗНАЧЕНИЕ ИЗВЕЩАТЕЛЯ ИП928-1-В-РБ «ВИДЕОСЕНС». 2
1.1. Обычное обнаружение дыма 2
1.2. ИПВ и технология VSD 4
1.3. Общие принципы VSD 5
2. СОСТАВ И ПОДКЛЮЧЕНИЕ ИЗВЕЩАТЕЛЯ «ВИДЕОСЕНС». 5
2.1. ИПВ «Видеосенс» и его состав 5
2.1.1. Устройство обработки контролируемых данных (УКОД) 7
2.1.2. Видеосенсор извещателя (ВС) 8
2.2. Установка видеосенсора 9
2.3. Подключение ИПВ «Видеосенс» в систему АСПС. 10
3. РАБОТА ИЗВЕЩАТЕЛЯ 12
3.1. Алгоритм обнаружения дыма ИПВ Видеосенс 12
3.2. Работа извещателя при обнаружении дыма. 16
3.3. Выделение признаков дыма. 16
3.3.1. Размер контролируемой зоны 16
3.3.2. Расстояние обнаружения 17
3.3.2.1. Размер задымлённой области. 18
3.3.2.2. Энергия задымления 19
3.3.2.3. Время суток, подсветка 20
3.3.3. Определение пожара от невидимого источника дыма. 23
3.3.4. Устойчивость к движущимся объектам. 24
3.4. Ложные срабатывания и защита ИПВ от них. 24
3.4.1. Защита направлением видеосенсора. 24
3.4.2. Защита маскированием областей видеокадра. 25
3.4.3. Защита настройками извещателя. 27
3.4.4. Реагирование на нештатный источник дыма или пара. 28
3.4.5. Реагирование на капли на объективе. 29
3.5. Выявление неисправностей. 30
3.6. Антисаботажная защита 30
4. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ ИПВ В СВН. 32
5. ВОЗМОЖНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ 34
6. ДАЛЬНЕЙШЕЕ РАЗВИТИЕ 34
7. ЗАКЛЮЧЕНИЕ 35

1. НАЗНАЧЕНИЕ ИЗВЕЩАТЕЛЯ ИП928-1-В-РБ «ВИДЕОСЕНС».

Извещатель пожарный с видеоканалом обнаружения ИП928-1-В-РБ «Видеосенс» (далее ИПВ) выпускается ООО «ЭТРА-спецавтоматика» (Новосибирск), предназначен для обнаружения загораний, сопровождающихся повышением выделения дыма белого цвета и оттенков серого цвета от светло-серого до тёмно-серого (рис.1) на открытых площадках и в закрытых помещениях различных зданий и сооружений.

Рисунок 1 – Примерная шкала дыма серого цвета, воспринимаемого ИПВ «Видесосенс».

ИПВ является контролируемым, обслуживаемым, устройством многоразового действия. Извещатель соответствует требованиям ТР ЕАЭС 043/2017, ГОСТ 34698-2020, ТУ 26.30.50-025-50385815-2024.

ИПВ относится к извещателям пожарным с видеоканалом обнаружения по п.14 ГОСТ 34698-2020.

ИПВ реагирует на задымление, в соответствии с ГОСТ 34698-2020 относится к классу В.

Сертификат соответствия требованиям ТР ЕАЭС "О требованиях к средствам пожарной безопасности и пожаротушения" (ТР ЕАЭС 043/2017) № ЕАЭС RU C-RU.ПБ74.В.01175/26.

1.1. Обычное обнаружение дыма

При возгорании возникает тепловая конвективная колонка, которая поднимает продукты горения и распространяет их по помещению. Традиционные пожарные извещатели, такие как точечные, линейные или аспирационные датчики, должны вступить в контакт с продуктами горения, чтобы сформировать извещение о пожаре (рис.2).

Извещатели, реагирующие на контакт с продуктами горения, доставленные конвективной колонкой относятся к устройствам конвективного типа.

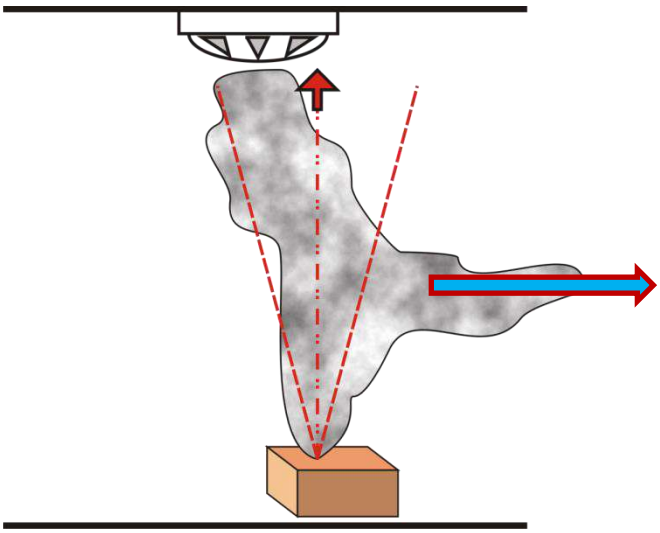

Рисунок 2 – Для срабатывания извещателей конвективного типа необходим контакт между чувствительной системой извещателя и продуктами горения.

Но в высоких зданиях химических предприятий, производственных цехах или складских помещениях дым от очага возгорания достигает извещателей очень медленно, с большим опозданием или не достигает его вовсе из-за процесса, называемого стратификацией, который препятствует восходящему движению продуктов горения (рис.3).

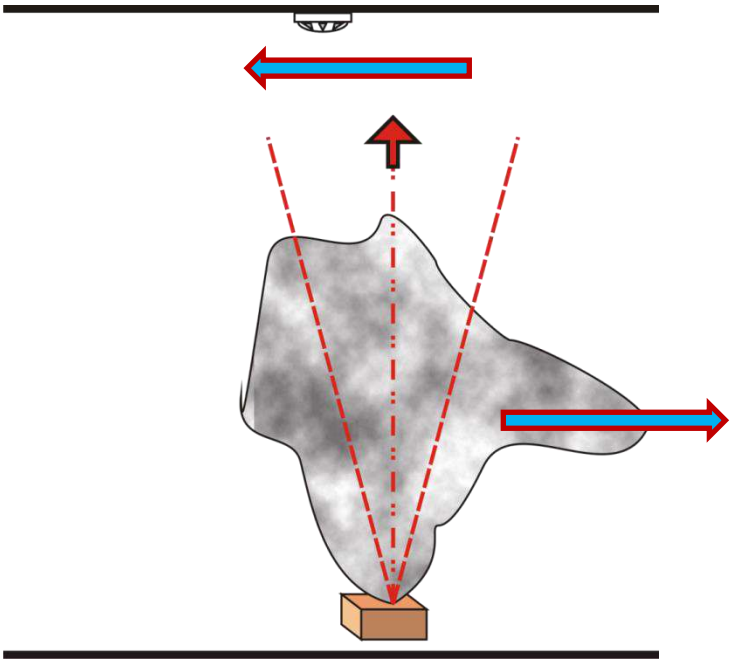

Рисунок 3 – При высоких потолках есть проблема транспорта продуктов горения до чувствительной системы извещателя.

Что касается открытых площадок, то применение традиционных конвективных извещателей практически невозможно (Рис.4).

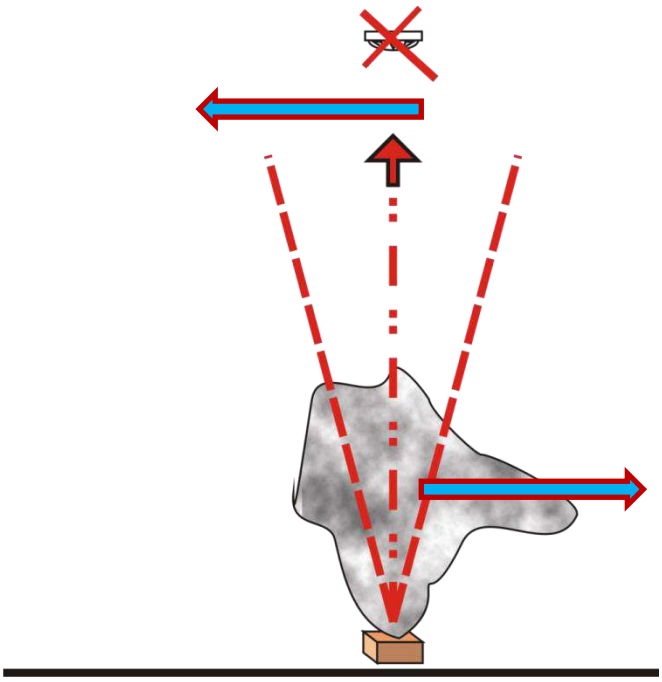

Рисунок 4 – На открытых площадках использование извещателей конвективного типа невозможно.

Вторая проблема обычных дымовых извещателей заключается в том, что они могут срабатывать ложно из-за воздействия химических веществ, пыли, выхлопных газов или испарений, создавая большое количество ложных срабатываний.

Пыль также влияет на эффективность их работы и является одной из причин, по которой обычные дымовые извещатели выходят из строя (рис.5).

Рисунок 5 – Грязь на чувствительном элементе дымового извещателя приводит к ложным срабатываниям.

1.2. ИПВ и технология VSD

Извещатель «Видеосенс» использует технологию Video Smoke Detection, VSD — это эффективный способ **дистанционного бесконтактного** обнаружения дыма и возгорания на самых ранних стадиях. Извещатель использует

цифровую видеокамеру и интеллектуальную видеоаналитику, способную распознавать задымление на видеоизображении.

Технология VSD особенно востребована в критически важных объектах инфраструктуры для защиты людей, имущества и производственных процессов. VSD может предотвратить серьёзные пожары и тем самым избежать затрат, в том числе связанных с ущербом, человеческими жертвами и остановкой производства во время тревоги.

1.3. Общие принципы VSD

Несмотря на множество существующих систем мониторинга пожаров, раннее их обнаружение как на открытых пространствах, так и в помещениях является актуальным, так как позволяет предотвратить не только огромные материальные затраты, а также, в ряде случаев, угрозу человеческой жизни. При этом дым относится к одному из первых признаков возгорания. Поэтому автоматическое детектирование дыма, в том числе, в условиях открытого пространства, где невозможно применение традиционных дымовых извещателей, является актуальным для раннего обнаружения пожара.

Для этой задачи перспективен анализ данных видеонаблюдения. Однако визуальные характеристики дыма могут быть разными, даже противоположными. Дым характеризуется: широким диапазоном яркостно-цветовых характеристик, практически от уровня чёрного до белого; различной плотностью, в зависимости от которой изменяется видимость объектов на динамической сцене; неопределённостью формы; медленное движение областей дыма.

При видеонаблюдении происходит преобразование трёхмерного реального изображения в отображаемое на кадре двухмерное, что приводит к потере важной информации при выделении признаков.

Данные особенности и ограниченность вычислительных ресурсов аппаратных средств привели к созданию ряда подходов обнаружения с учётом анализируемой динамической сцены и решаемой задачи, которые в большинстве случаев предполагают разработку и внедрение новых систем видеонаблюдения, которые включают функционал по обнаружению дыма. Такой подход требует больших временных и материальных ресурсов на внедрение таких решений.

В ООО «ЭТРА-спецавтоматика» при разработке ИПВ пошли другим путём.

2. СОСТАВ И ПОДКЛЮЧЕНИЕ ИЗВЕЩАТЕЛЯ «ВИДЕОСЕНС».

2.1. ИПВ «Видеосенс» и его состав

В ООО «ЭТРА-спецавтоматика» разработан эффективный аппаратно-программный модуль раннего обнаружения дыма, который обеспечивает обработку видео высокого разрешения в реальном времени и реализован в качестве извещателя пожарного с видеоканалом (ИПВ) «Видеосенс» по ГОСТ 34698-2020. Извещатель предназначен для систем автоматической пожарной сигнализации. В том числе, может быть встроен в уже существующие системы видеонаблюдения. Извещатель «Видеосенс» реагирует на задымление, в соответствии с ГОСТ 34698-2020 относится к классу В.

Извещатель не использует нейросети. В алгоритме поиска дыма используется Анализ пространственно-временных признаков и Вычитание фона.

Извещатель пожарный с видеоканалом «Видеосенс» по ГОСТ 34698-2020 состоит из выносного сенсора (ВС) и устройства обработки контролируемых данных (УКОД) (рис.6).

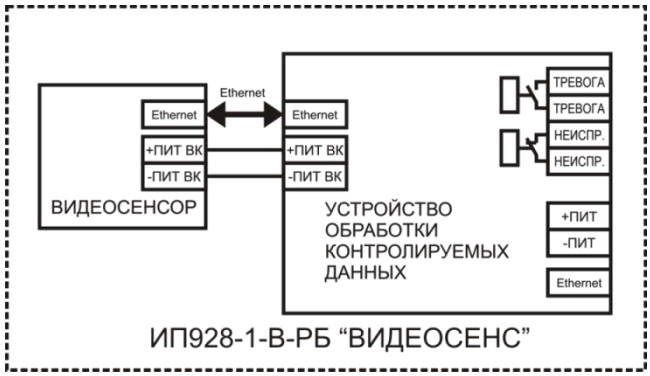

Рисунок 6 – Структура ИПВ и подключения к нему.

Технические характеристики извещателя приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики ИПВ.

Наименование параметра	Параметр
Напряжение питания, В	9 – 13,8
Ток, потребляемый выносным сенсором при питании от ИПВ, не более, мА	550
Ток, потребляемый устройством обработки контролируемых данных (включая коммутатор Ethernet), не более, мА	110
Суммарная максимальная потребляемая мощность, не более, Вт	8
Время выхода в полный рабочий режим, не более, с	30
Минимальный размер области изображения, обнаруживаемый ИПВ как очаг возгорания (задымления): область детектирования в %, доля от размера кадра по числу строк, из ряда:	1% 5% 10%
Расстояние до очага пожара (задымления), не более, м	200
Интерфейсы	
Релейные выходы. Сопротивление замкнутых контактов реле «Тревога», «Неисправность» не более, Ом	30
Цифровой интерфейс связи с ПК	Ethernet TCP/IP
Устройство обработки контролируемых данных	
Допустимая жёсткость электромагнитной обстановки	II
Диапазон рабочих температур устройства обработки контролируемых данных, °С	от минус 10 до +55
Относительная влажность, не более, %	90
Видеосенсор	
Диапазон рабочих температур видеосенсора наружной установки, не менее, °С	от минус 35 до +60
Относительная влажность без конденсации влаги на объективе, не более, %	93
Степень защиты оболочкой видеосенсора наружной установки, не хуже	IP54

2.1.1. **Устройство обработки контролируемых данных (УКОД)**

В составе УКОД используется микрокомпьютер Raspberry Pi 4 с программным комплексом «ЭТРА-СА Детектор дыма» под управлением ОС Linux. УКОД выпускается в пластиковом корпусе IP31 (рис.7) или корпусе IP54 (рис.8).

Рисунок 7 – УКОД в корпусе IP31.

Рисунок 8 – УКОД в корпусе IP54.

2.1.2. **Видеосенсор извещателя (ВС)**

В качестве видеосенсора используется IP-камера (рис.9).

Видеокамера может быть выбрана в зависимости от климатических условий применения.

В любом случае видеокамера не поворотная, с фиксированным фокусным расстоянием, по разрешению и протоколам обмена должна соответствовать требованиям устройства обработки контролируемых данных.

Видеосенсор соединяется с УКОД кабелем Ethernet. Питание камеры обеспечивается источником питания УКОД.

Основные требования к характеристикам видеокамеры приведены в табл.2.

Рисунок 9 – Вариант видеосенсора.

Таблица 2 – Необходимые характеристики видеокамеры ИПВ.

Наименование	Параметр
фокусное расстояние	3,6 мм (основной вариант)
Автоматический поворот	нет
Смена объектива	нет
Автоматическая смена фокусного расстояния	нет
Тип потока	Основной поток
Разрешение кадров	1280 × 720 пк, HD (High Definition)
размер матрицы	1/2.9" , прогрессивное сканирование ПЗС
Кадровая частота	25 к/с
Битрейт	1024 кбит/с
Режим сжатия с потерями	CBR
Профиль H.264	Baseline
Интервал I-кадров	1
Кодек H.264+	Выключен
Протоколы	TCP/IP, UDP, ICMP, HTTP, HTTPS, DHCP, DNS, NTP, потоковые RTP и RTSP, управление RTCP
ИК-подсветка	есть
Выход Ethernet	есть

2.2. Установка видеосенсора

В отличие от многих других технологий обнаружения дыма, ИПВ не требует физического контакта с дымом или пылью. Извещатель сразу «видит» появление дыма вблизи источника пожара и не нужно дожидаться, пока продукты горения достигнут места установки извещателя. Вследствие этого время реагирования на событие у ИПВ меньше, чем у извещателей, устанавливаемых на потолке помещения.

При установке видеосенсор направляется так, чтобы в поле зрения камеры входили ожидаемые места возгораний (рис.10).

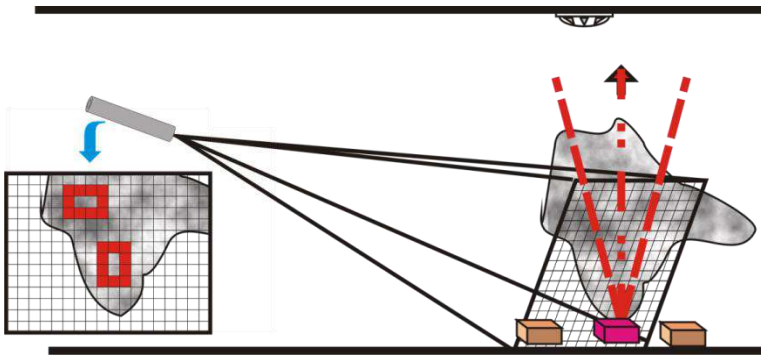

Рисунок 10 – Направление видеосенсора для определения пожара непосредственно на полу помещения с высокими потолками.

Что касается открытых площадок, то ИПВ для этого случая является одним из немногих возможных вариантов извещателей для автоматического обнаружения пожара (рис.11).

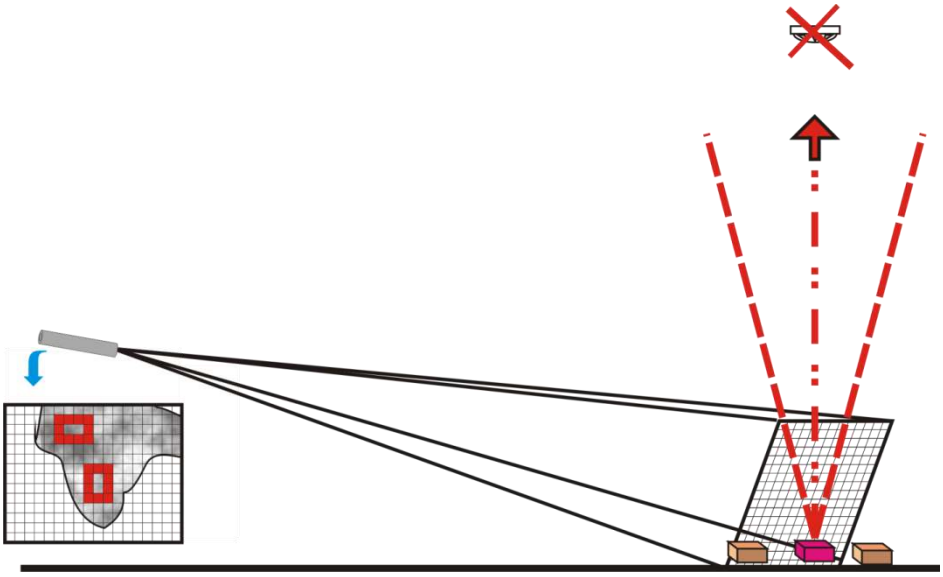

Рисунок 11 – Направление видеосенсора для определения пожара непосредственно на открытой площадке.

2.3. Подключение ИПВ «Видеосенс» в систему АСПС.

Типовая схема подключения ИПВ «Видеосенс» в шлейф сигнализации ППКП приведена на рисунке 12. Значения резисторов Rк и Rок определяются руководством по эксплуатации ППКП.

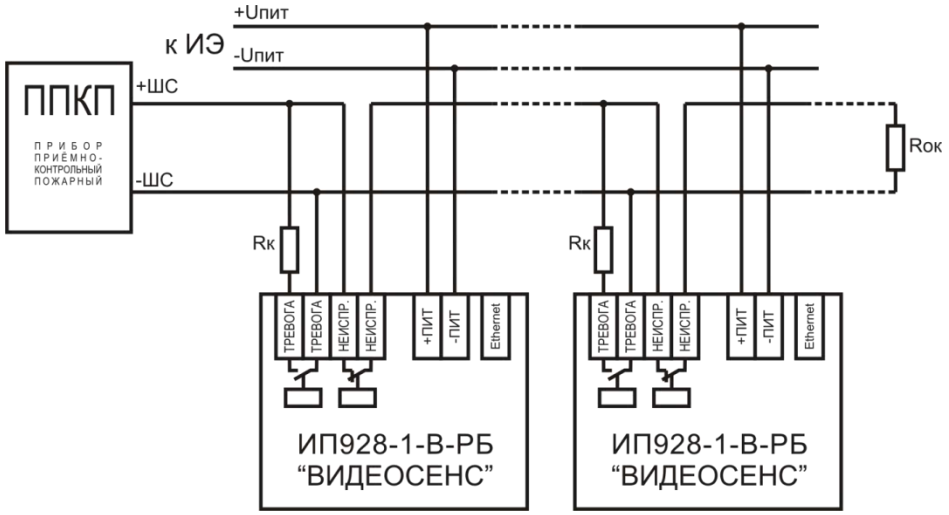

Рисунок 12 – Подключение ИПВ «Видеосенс» в шлейф ППКП.

2.4. Подключение ИПВ «Видеосенс» по Ethernet.

При необходимости ИПВ подключается к компьютеру по сети Ethernet.

Выход Ethernet ИПВ:

- используется для установки параметров. ИПВ поставляется с предустановкой наиболее универсальных значений параметров (таблица 3). Но с помощью web-интерфейса для конкретного объекта, ожидаемой интенсивности дымовыделения и цвета дыма, а также ожидаемых источников ложных срабатываний, можно провести тонкую настройку параметров через web-интерфейс (рис.13);

Таблица 3 – Стандартные настройки ИПВ «Видеосенс»

Параметр		Параметр	
Область детектирования % размера кадра	5	Максимальная насыщенность области с дымом	70
Время обновления модели фона, с	52	Минимальная яркость области с дымом	90
Время для детектирования движения, с	5	Минимальная плотность дыма, %	30
Время удержания областей-кандидатов, с	5	Ширина лепестка движения дыма, град	120
Время для формирования модели фона	10	Время принятия решения о наличии дыма, с	3

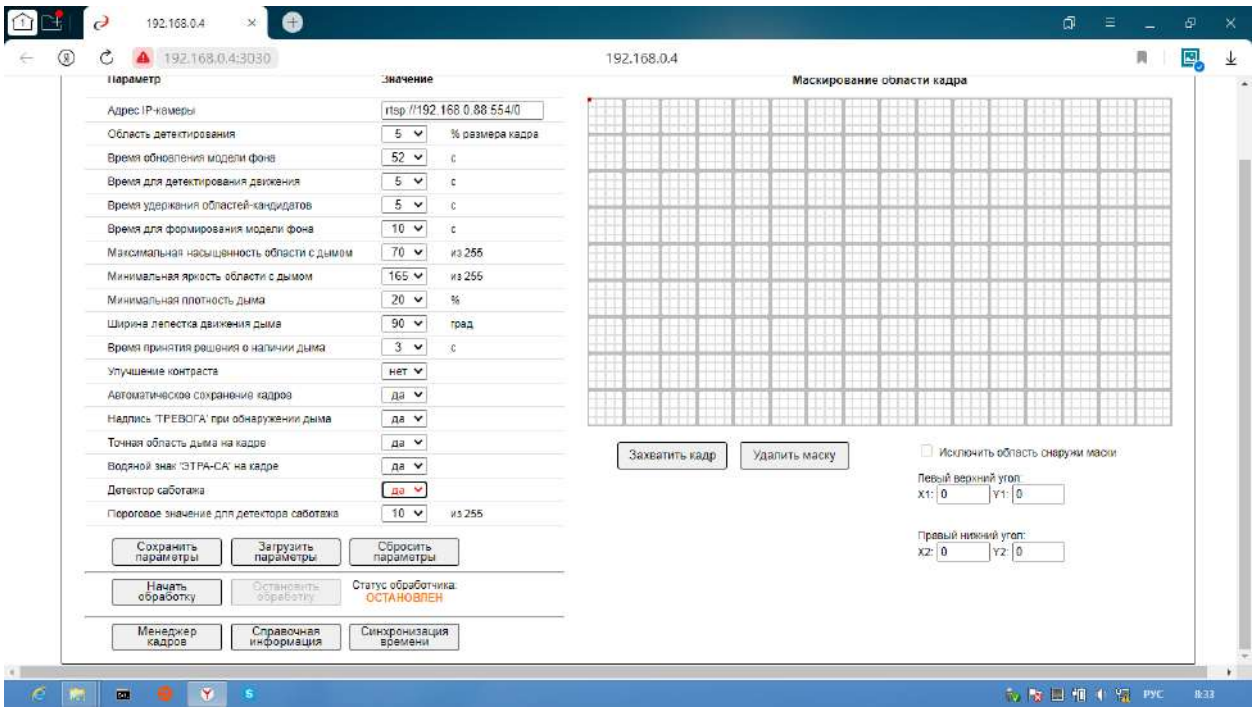

Рисунок 13 – Установка параметров ИПВ в web-интерфейсе.

- может быть использован для считывания стоп-кадров срабатывания извещателя. При обнаружении пожара извещатель записывает в свою память кадр события с указанием даты и времени обнаружения (рис.14). Сохранённых кадров может быть до 249 и их можно использовать для определения причин срабатывания;

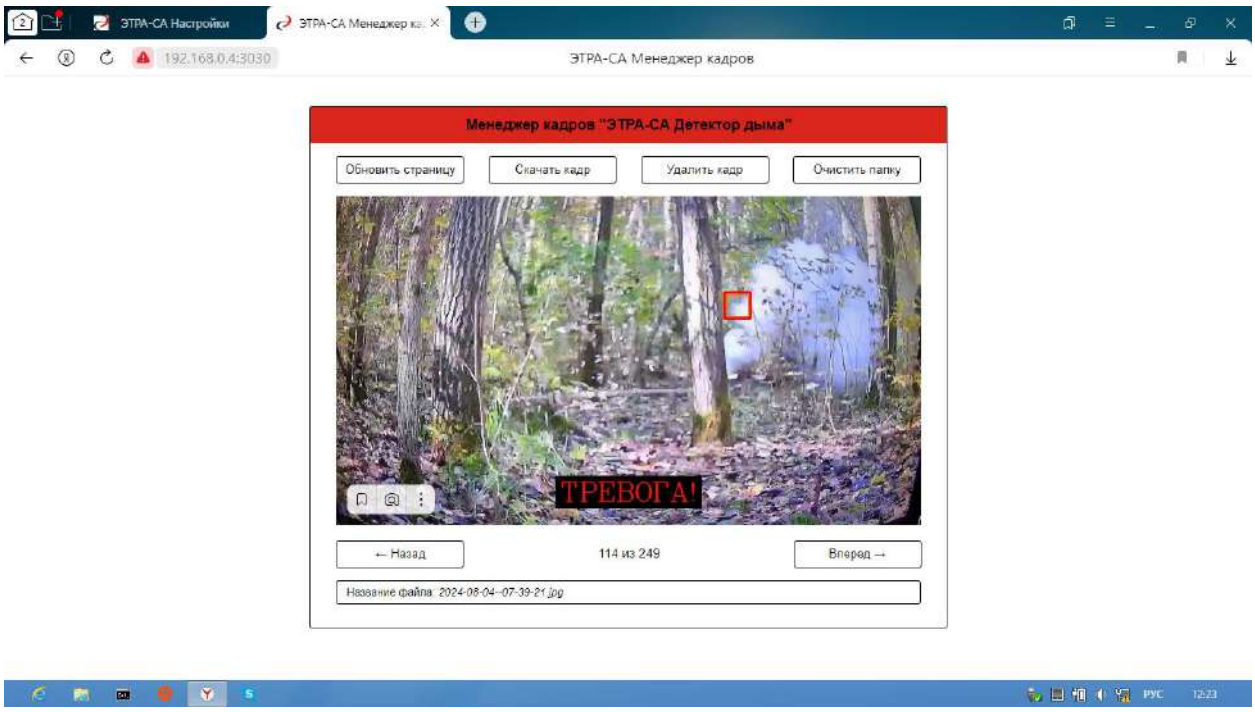

Рисунок 14 – Менеджер стоп-кадров ИПВ в web-интерфейсе.

- может быть использован для просмотра видеопотока с помощью ПО ПК или ПО системы видеонаблюдения.

3. РАБОТА ИЗВЕЩАТЕЛЯ.

3.1. Алгоритм обнаружения дыма ИПВ Видеосенс

Обнаружение дыма осуществляется на основе выделения на последовательности изображений (на видео) таких областей, которые удовлетворяют перечню условий, т.е. обладают признаками, согласно которым они идентифицируются как содержащие или не содержащие задымление.

Алгоритм исходит из реалистичного условия, что пожар не возникает внезапно, всегда есть первоначальный дежурный этап без дыма, который может быть весьма длительным. При возгорании можно выделить этап появления дыма и этап развития задымления с разной скоростью и энергией.

Алгоритм учитывает цвет, текстуру, плотность, резкость, движение, типичные для дыма.

Извещатель не использует нейросети.

1. Необходимое условие для выделения события появления дыма – это предыдущая обстановка, не имеющей задымления (рис.15). Следует учитывать, что алгоритму ИПВ требуется время для построения модели фона на основе текущей сцены, в которой не должно быть наличие дыма. В модели фона учитывается монотонное движение в кадре.

Рисунок 15 – Начальная фоновая видеопоследовательность.

2. Предполагается относительно медленная скорость перемещения источника задымления на последовательности видеокадров (рис.16). Это условие позволяет игнорировать объекты, быстро изменяющие своё положение, такие как люди, животные и машины, по своим яркостно-цветовым характеристикам схожих с дымом.

Рисунок 16 – Интервал накопления данных, отличающихся от фона.

3. Дым имеет полупрозрачную структуру, меняющую контраст, цвет и резкость изображения, находящегося за дымом. Алгоритм ищет размытые, сероватые или белесые области. Этот признак позволяет исключить из дальнейшей обработки заведомо не подходящие области с устойчивым движением, например, качающиеся на ветру растения или стоящих на месте людей в цветной одежде.

4. Падение энергии высокочастотных компонент, которые характеризуют наличие мелких деталей на изображении, и контраста объектов переднего плана ниже заданного уровня внутри области на рассматриваемом изображении относительно фона.

В видеоаналитике энергия высокочастотных компонент — это показатель, отражающий долю высокочастотных деталей в спектре видеосигнала, которые отвечают за резкие переходы, контуры, текстуру и мелкие шумы.

Если в кадре появляется дым, высокочастотные детали (контуры зданий, чёткие линии) размываются, из-за чего энергия высокочастотных компонент резко падает. Т.е. появление дыма снижает резкость объектов, которые находятся за ним, в отличие от областей, за которыми резкость не снижается.

5. Дым имеет устойчивое направленное движение (как правило, вверх из-за конвекции) и расширяющиеся границы, которые алгоритм классифицирует как энергию перемещения (рис.17). Признак позволяет отбросить широкий класс объектов, чьё перемещение на изображении определяется другим набором векторов, представляющих горизонтальное или направленное вниз движение.

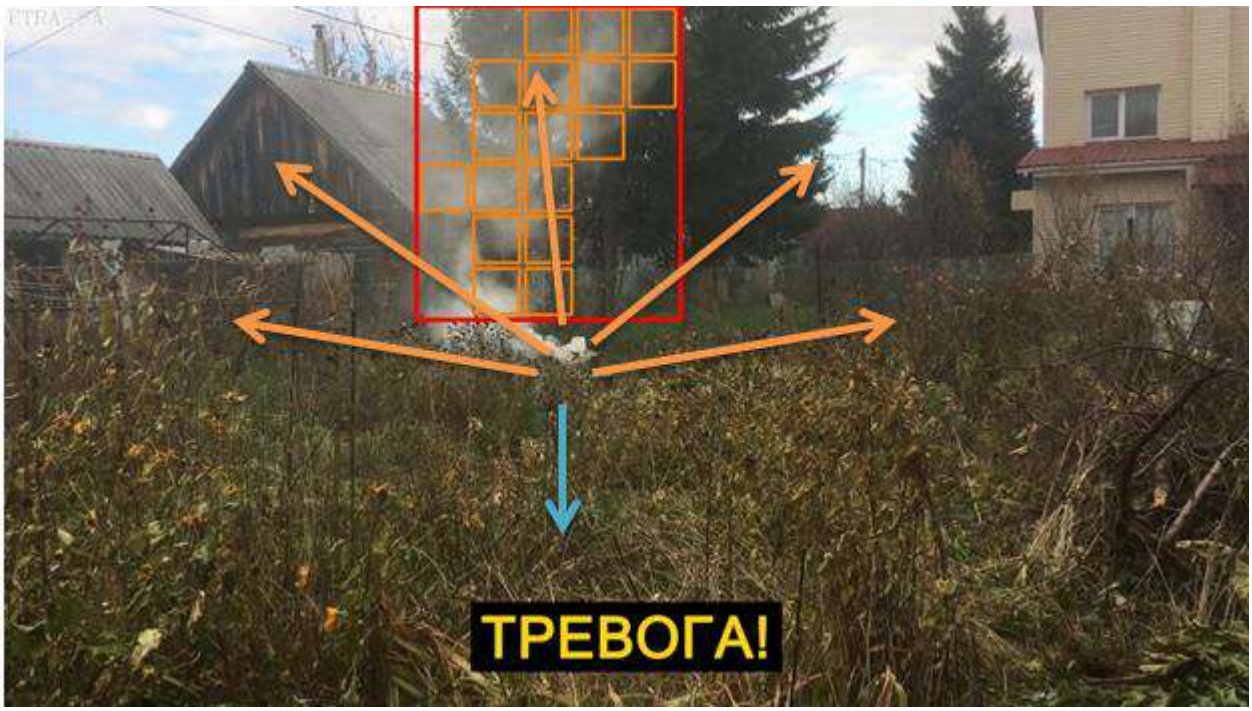

Рисунок 17 – Направления движения дыма. Направление движения вниз от источника задымления не рассматривается и отмечено голубой стрелкой.

6. Рост энергии дыма. В алгоритмах видеоаналитики понятие «энергия дыма» (или пространственно-временная энергия дыма) относится к интенсивности движения и мерцания пикселей, вызванных дымом в кадре. Рост энергии дыма означает, что в каком-либо участке кадра происходит быстрое, высокочастотное колебание и при перемещении дымового потока.

7. Временной анализ: в отличие от статичного тумана, дым находится в постоянном движении. Алгоритм отслеживает, как меняется содержимое пикселей во времени (рис.18).

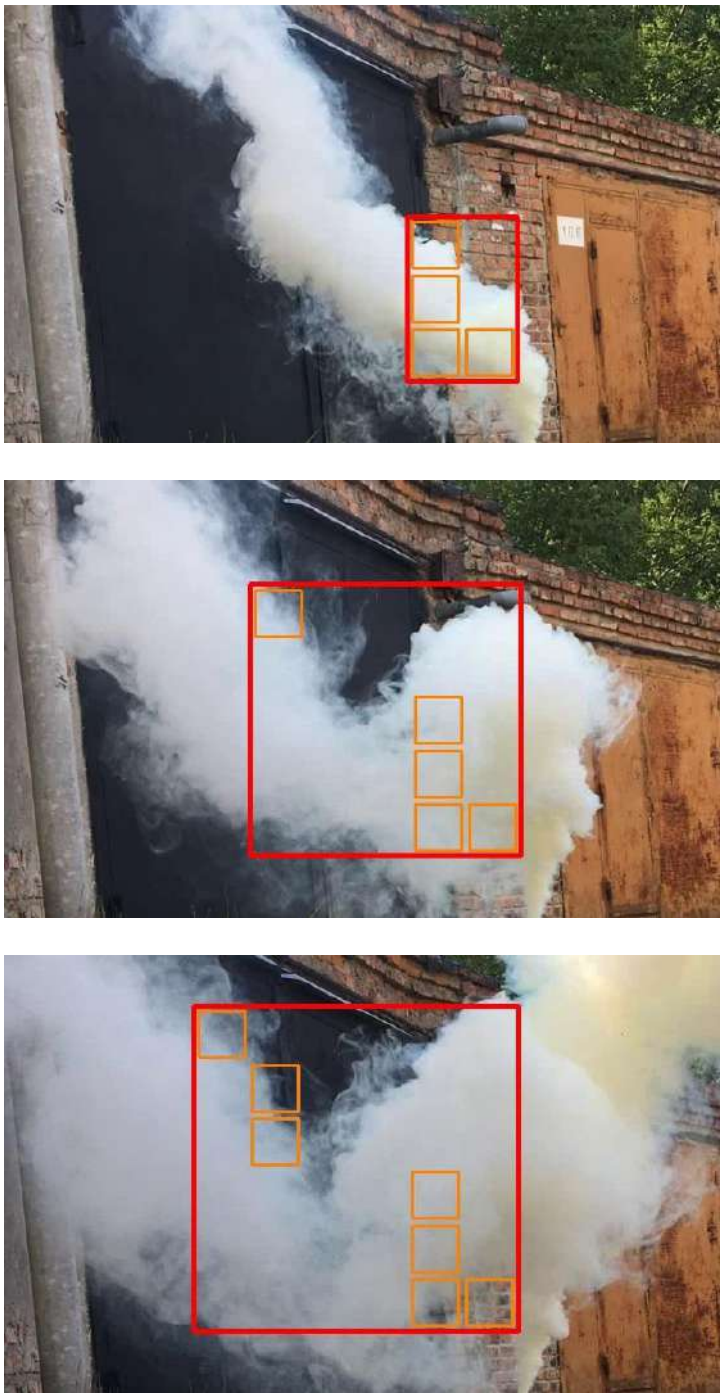

Рисунок 18 – Движение дыма во времени.

Для практической реализации алгоритма детектирования дыма разработан программно-аппаратный комплекс (ПАК), который включает в себя сервер в виде удалённого одноплатного компьютера, IP-камеру и сетевой коммутатор (серверный модуль), а также клиентский модуль: персональный компьютера (ПК) со специализированным программным обеспечением (ПО).

В качестве сервера выбран микрокомпьютер Raspberry Pi 4B с 64-битной операционной системой (ОС) Raspberry Pi OS, которая базируется на дистрибутиве Debian Linux.

Программная часть серверного модуля состоит из трех компонентов: разработанное программное приложение для детектирования дыма FireApp,

медиасервис MediaMTX для отображения обработанного видеопотока в сети и управляющее приложение ServerApp.

Управляющее приложение выполняет следующие задачи: приём и декодирование входного видеопотока, передача кадров приложению для детектирования дыма, управление его работой, кодирование выходного видеопотока, предоставление оператору интерфейса управления.

3.2. Работа извещателя при обнаружении дыма.

Извещатель автоматически принимает решение об обнаружении дыма. Тем самым обеспечивает функционирование АСПС в автоматическом режиме.

Извещение «Пожар» выдаётся при обнаружении движущейся области дыма в рамках настроек устройства обработки контролируемых данных.

Извещение «Пожар» выдаётся коммутацией сухих контактов реле «Пожар» и индикацией светодиода УКОД красного цвета (рис.19).

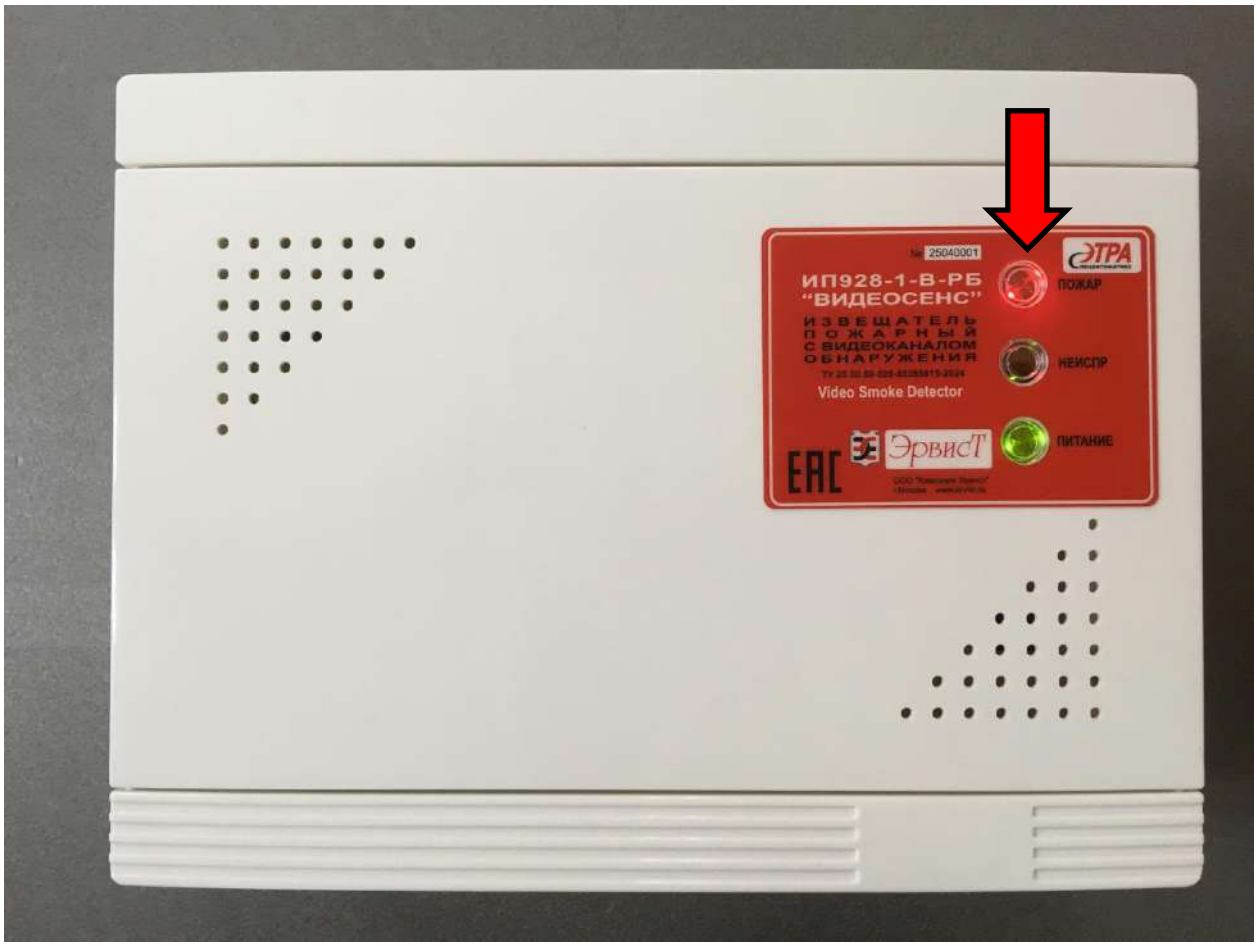

Рисунок 19 – Индикация УКОД при обнаружении пожара.

3.3. Выделение признаков дыма.

Все последующие кадры реально обнаруженных пожаров получены из памяти извещателя, либо из памяти программной оболочки «ЭТРА-СА детектор дыма».

3.3.1. Размер контролируемой зоны

Размер контролируемой зоны определяется разрешением видеокамеры в пределах допустимого разрешения для УКОД, а также фокусным расстоянием видеокамеры (рис.20).

а)

б)

Рисунок 20 – Получение видеоизображения видеокамерами различного фокусного расстояния.

3.3.2. **Расстояние обнаружения.**

Расстояние обнаружения зависит

- от размера задымлённой области
- от энергии задымления
- от времени суток
- от мощности подсветки в тёмное время суток
- от разрешающей способности видеокамеры
- от установок извещателя.

3.3.2.1. **Размер задымлённой области.**

Учитываем, что для обработки используется двумерное видеоизображение, в котором параметр дальность отсутствует. Поэтому решающим фактором является размер задымленной области. Следовательно, чем дальше задымление от видеосенсора, тем больше будет площадь реального задымления для инициации процедуры выделения признаков пожара.

Например, два последующих кадра иллюстрируют обнаружение дыма с одинаковой суммарной площадью, но одном случае дым обнаружен на расстоянии 73 метра (рис.21), а во втором – 7 метров (рис.22).

Рисунок 21 – Обнаружение пожара на расстоянии 73 метра.

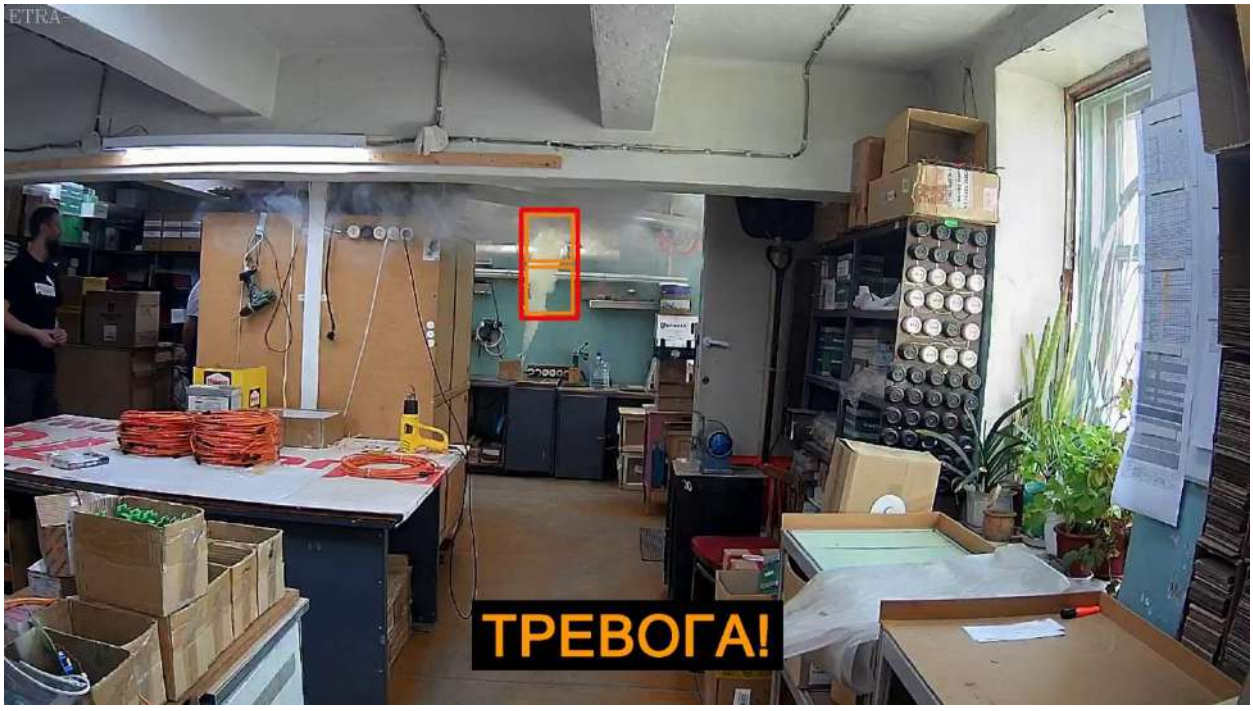

Рисунок 22 – Обнаружение пожара на расстоянии 7 метров.

3.3.2.2. **Энергия задымления**

Дым может быть слабым, исчезающим. Такой дым обладает малой энергией и его непросто обнаружить.

Напротив, развивающийся, клубящийся дым обладает большой энергией, присущей развивающемуся пожару.

Как пример, рассмотрим ситуацию обнаружения стелющегося дыма зимой. Оба снимка сделаны на одном и том же объекте, последовательно развитию пожара.

Первый снимок показывает, что энергия дыма ещё мала, хотя детектировано направление и движение. Поэтому данная ситуация не вызвала срабатывания извещателя (рис.23).

На втором снимке энергия дыма возросла, извещатель выделил наиболее интенсивные области и выдал извещение «Пожар» (рис.24).

Пример задымления с постепенным снижением энергии дыма приведён на рисунке 25. В левой части энергия дыма падает, т.к. ветер сдувает дым вправо. Поэтому в правой части гораздо больше точных областей дыма на кадре.

Рисунок 23 – Малая энергия дыма.

Рисунок 24 – Энергия дыма возросла, сохранился факт движения в допустимом направлении.

Рисунок 25 – Снижение энергии дыма.

3.3.2.3. **Время суток, подсветка**

Поскольку ИПВ реагирует на дым в видимом спектре, то для оценки влияния освещённости на обнаружение дыма вполне применимы оценки человеческого восприятия изображения: «видим – не видим».

Естественно, чем более контрастное освещение, тем лучше человек видит даже слабые потоки дыма, аналогично лучше «видит» ИПВ.

Применение ИК-подсветки снижает контраст видеоизображения и уменьшает дальность выявления дыма.

Однако освещение объекта фонарями или иными источниками света может позволить удержать дальность обнаружения.

На следующих кадрах приведено обнаружение дыма на одном и том же объекте на удалении 73 метра в разное время суток: вечером, ночью с ИК-подсветкой, утром и днём (рис.26-29).

Рисунок 26 – 22 января 2024 года, 18:32. Обнаружен объект, идентифицированный как дым. ИПВ в режиме «Пожар».

Рисунок 27 – 22 января 2024 года, 18:35. Включилась ИК-подсветка. При переключении камеры в ночной режим произошла потеря обнаруженного пожара, но по прошествии 2-х минут ИПВ проанализировал новый сложившийся фон и выделил на нём задымленную область.

Рисунок 28 – Утро 23 января 2024 года, 09:05. Продолжение выброса дыма.

Рисунок 29 – День 23 января 2024 года, 11:54. Продолжение выброса дыма.

Выводы:

- Днём обнаружен выброс дыма с меньшей плотностью.
- При ИК-подсветке контраст изображения снижается и это может быть проблемой при обнаружении дыма на больших дальностях.
- Выброс дыма при ИК-подсветке обнаруживается, но площадь задымления и энергия дыма нужна больше, чем днём.
- Подсветка фонарями более эффективна, чем ИК-подсветка (рис.30).

Рисунок 30 – Обнаружение дыма при ночном освещении прожекторами.

3.3.3. **Определение пожара от невидимого источника дыма.**

ИПВ необязательно «видеть» место источника пожара, поскольку тот может находиться вне кадра либо скрыт за преградами (рис.31). ИПВ определяет пожар по факту наличия дыма, в том числе и когда источник задымления невидим или находится вне поля зрения видеосенсора. В стоп-кадре обнаружен дым, в то время как источник дыма находится за деревьями.

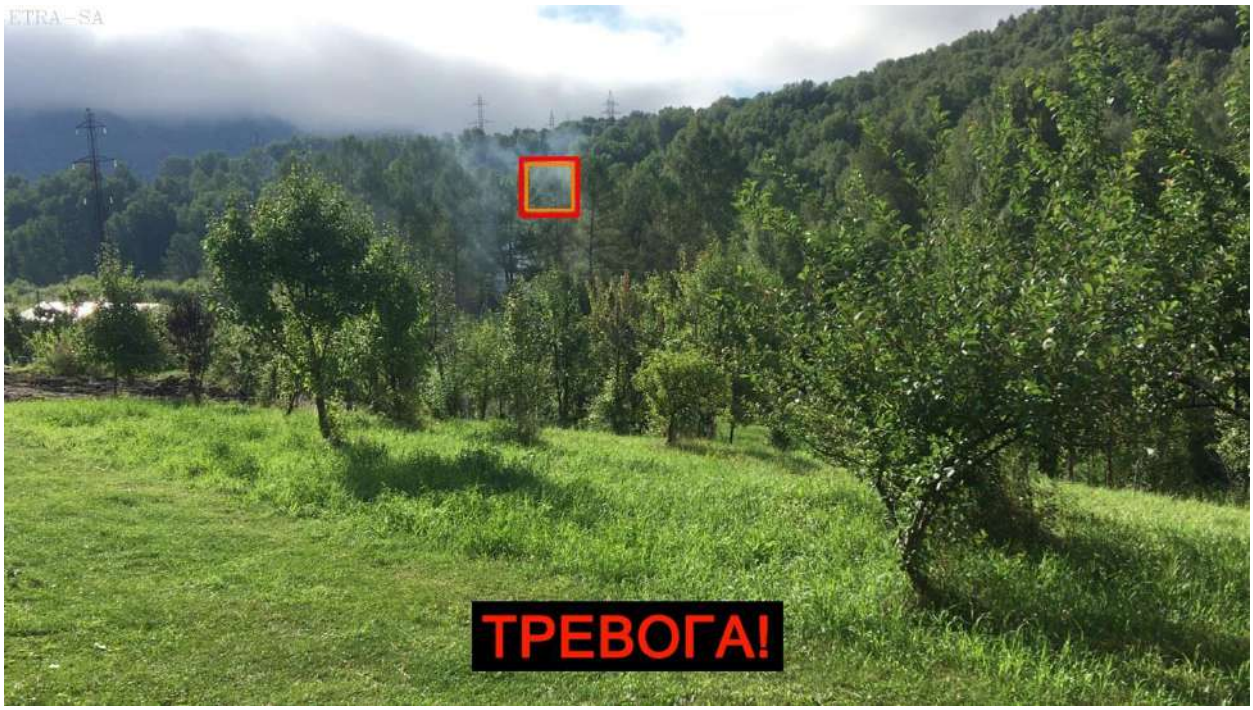

Рисунок 31 – Стоп-кадр обнаружения пожара, скрытого от видеосенсора.

3.3.4. **Устойчивость к движущимся объектам.**

Алгоритм ПО извещателя устойчив к движению в кадре автомобилей, людей, птиц и т.п. (рис.32).

Рисунок 32 – Видеосенсор установлен в стоящем автомобиле. Нет фактов срабатывания на проезжающий автотранспорт и идущего человека.

3.4. Ложные срабатывания и защита ИПВ от них.

Ложные срабатывания могут вызвать объекты, которые не являются дымом от возгорания, но по сумме признаков извещатель их отнесёт к дыму и выдаст извещение «Пожар». Это могут быть технологические дымы, низколетящие облака, светлые предметы, которые в поле зрения камеры движутся вверх.

Есть три основных варианта защиты от ложных срабатываний, вызванных дымами и подобными объектами, в случае известных зон и направлений их появления.

3.4.1. **Защита выбором направления видеосенсора.**

Установка и направление видеосенсора может решить проблему ложного срабатывания по движению объектов, которые перемещаются вверх в поле зрения видеосенсора.

Если в поле зрения попадают облака, то возможно срабатывание по быстро движущимся кучевым облакам, которые с точки зрения ИПВ перемещаются в кадре вверх. Для защиты нужно направить видеокамеру так, чтобы в поле зрения камеры не попадало небо или объекты, которые могут быть приняты за дым (рис.33).

Рисунок 33 – Цель – двухэтажный дом. Камера установлена так, чтобы в поле зрения ВС не попадали облака.

3.4.2. **Защита маскированием областей видеокадра.**

Маскирование областей в поле зрения камеры проводится с целью исключения воздействия источников ложного срабатывания.

Маскирование определяет области, внутри которых анализируется появление дыма, либо области, вне которых анализируется появление дыма. Для определения координат маски и назначения (включающая или исключающая) используется web-интерфейс ИПВ.

Приведём пример защиты от низколетящих кучевых облаков с помощью маскирования (рис.34).

Наложение исключающей маски на верхнюю область кадра позволяет игнорировать движущиеся облака и защититься от ложного срабатывания по ним.

Рисунок 34 – Выделение маской допустимой области обнаружения дыма в нижней части кадра.

Пример маскирования источника технологического выброса. Как правило, выбросы происходят в одном и том же месте, что позволяет использовать маскирование. Кроме этого, технологические выбросы могут происходить с меньшей энергией, чем дым от пожара, что можно использовать при тонкой настройке ИПВ.

Использование маскирования позволяет исключить из анализа всё, что находится внутри красного прямоугольника на рис. 35.

Рисунок 35 – Использование маскирования исключающего признаки дыма внутри прямоугольника границ маски.

Точно так же маскированием можно определить область, вне которой не проводится анализ на наличие дыма как на приведённом рисунке 36.

Рисунок 36 – Использование маскирования включающего признаки дыма, обнаруживаемых только внутри прямоугольника границ маски.

3.4.3. **Защита настройками извещателя.**

Значения параметров настройки извещателя описаны в Приложении 3 СЦФВ.211131.002РЭ «Извещатель пожарный с видеоканалом обнаружения ИП928-1-В-РБ «Видеосенс». Руководство по эксплуатации».

Изменять настройки нужно с осторожностью и обоснованно.

Область детектирования 1% размера кадра можно использовать при ожидаемом пожаре на большой дальности. Уменьшение области детектирования позволяет контролировать более мелкие детали дыма (рис.37).

Рисунок 37 – Детали обнаружения дыма при 5% и при 1%.

Однако ИПВ не различает дальности объектов, поэтому под усиленный контроль попадут и детали, расположенные близко от ВС ИПВ. Это могут быть листья деревьев, трава. Поэтому уменьшение области детектирования до 1% нужно совмещать с увеличением параметра «Время принятия решения о наличии дыма» до 6-10 с и применять маскирование, выделяющее зону контроля задымления.

Параметр «Ширина лепестка движения дыма» устанавливает диапазон направлений среднего движения потенциальной области с дымом, за пределами которого область не считается содержащей дым. Например, если ожидается, что дым в основном пойдёт вертикально вверх, то ширину лучше установить 90°. Если ожидается, что дым в основном будет стелиться, то ширину лучше установить 180°.

Параметр «Минимальная яркость области с дымом» определяет средний уровень яркости области в диапазоне значений от 0 до 255, выше которого, при соблюдении остальных условий, область будет считаться содержащей дым. Если дым ожидается белый или светлый яркий, то рекомендуется увеличить параметр до 165. И наоборот, если ожидается дым неяркий, серый, то параметр снижается до 60.

Параметр «Максимальная насыщенность области с дымом» определяет средний уровень насыщенности области в диапазоне значений от 0 до 255, ниже которого, при соблюдении остальных условий, область будет считаться содержащей дым. Параметр определяет концентрацию продуктов горения. Чем меньше величина, тем более «жидкий» ожидается дым.

Параметр «Минимальная плотность дыма» определяет наименьшую величину падения контрастности области, выше которой, при соблюдении остальных условий, область будет считаться содержащей дым. Чем менее контрастный ожидается дым, тем меньше должна быть эта величина. Это дым малой плотности, дым в сумерках.

Рисунок 38 – ИПВ должен определять горение угля в угольном складе. Горение угля будет сопровождаться дымом белого цвета. Настройки ИПВ отсекают срабатывание по тёмным ветровым взвесям угольной пыли.

3.4.4. **Реагирование на нештатный источник дыма или пара.**

Есть ложные срабатывания, от которых вышеперечисленными вариантами защититься нельзя.

На примере приведён пример срабатывания на дым из выхлопной трубы трактора (рис.39).

В том случае, если трактор просто проедет мимо видеосенсора, то срабатываний не будет.

В обнаруженном случае трактор стоял напротив видеосенсора несколько минут. Поскольку зимой в мороз выхлоп особенно энергичен, то ИПВ не смог отличить выхлоп от дыма возгорания и выдал ложное извещение о пожаре.

Теоретически, зная более точно место возможного возгорания, можно оконтурить маской ожидаемое место. Тем самым снизить вероятность попадания постороннего источника дыма в анализ видеоизображения.

Рисунок 39 – Ложное срабатывание, вызванное нештатным источником дыма.

3.4.5. **Реагирование на капли на объективе.**

Нужно обращать внимание на чистоту и защищённость объектива, более тщательно, чем для видеокамер в СВН. Например, на рис. 40 аналитика ИПВ воспринимает дрожащие капли на объективе, перекрывающие освещённый участок, как движение белого объекта.

Рисунок 40 – Ложное срабатывание, вызванное каплями на объективе ВС.

Средствами ИПВ данную проблему решить невозможно без привлечения мощных вычислительных ресурсов. Поэтому рекомендуется при монтаже и обслуживании ВС обратить внимание на возможную причину ложных срабатываний и принять меры к устранению причины.

3.5. Выявление неисправностей.

Неисправность определяется извещателем при следующих событиях:

- при отключении питания извещателя;
- при отключения питания видеосенсора;
- при потере связи между УКОД и ВС;
- при затенении объектива выносного сенсора или блокировании объектива;
- при сбое процессора.

При обнаружении неисправности извещатель формирует извещение «Неисправность»: размыкает контакты реле «Неисправность», зажигает жёлтый светодиод, в видеопоток вставляется надпись «НЕИСПРАВНОСТЬ».

Извещение «Неисправность» снимается автоматически после устранения неисправности.

3.6. Антисаботажная защита.

В соответствии с п.14.1.3 ГОСТ 34698-2020 «ИПВ должны формировать сигнал о неисправности при несанкционированном съёме объектива, его расфокусировке, либо загрязнении, а также блокировании поля зрения».

Принцип работы детектора перекрытия объектива ИПВ «Видеосенс» основан на анализе уровня резкости текущего кадра. Каждую секунду детектор саботажа анализирует уровень резкости текущего кадра. Перекрытие объектива камеры снижает резкость изображения (рис.41). Обычные сцены (улица, кабинет, природа) характеризуются значениями показателя резкости, как правило, выше 30. В случае падения данного параметра ниже определённого порога, ИПВ «Видеосенс» принимает решение о наличии саботажа, выдаёт

извещение «Неисправность» и выводит надпись в видеопоток «НЕИСПРАВНОСТЬ КОД ОШИБКИ 002».

Рисунок 41 – Перекрытие объектива матовым стеклом. Потеря резкости. Неисправность, код ошибки 002.

После прекращения выполнения условия для саботажа (рис.42) осуществляется запуск алгоритма детектирования дыма, поэтому в течение 5 секунд в видеопотоке отображается надпись на экране «ПЕРЕЗАПУСК СИСТЕМЫ» и снимается извещение «Неисправность».

Рисунок 42 – Устранение перекрытия объектива матовым стеклом. Восстановление работоспособности.

4. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ ИПВ В СВН.

Извещатель можно включить в систему видеонаблюдения (СВН) с той целью, чтобы дополнительно информировать оператора о факте пожара и месте обнаруженного пожара.

Для этого нужно воспользоваться выходом Ethernet извещателя по которому транслируется видеоизображение с указанием места выявленного задымления и плашка «Тревога» (рис.43).

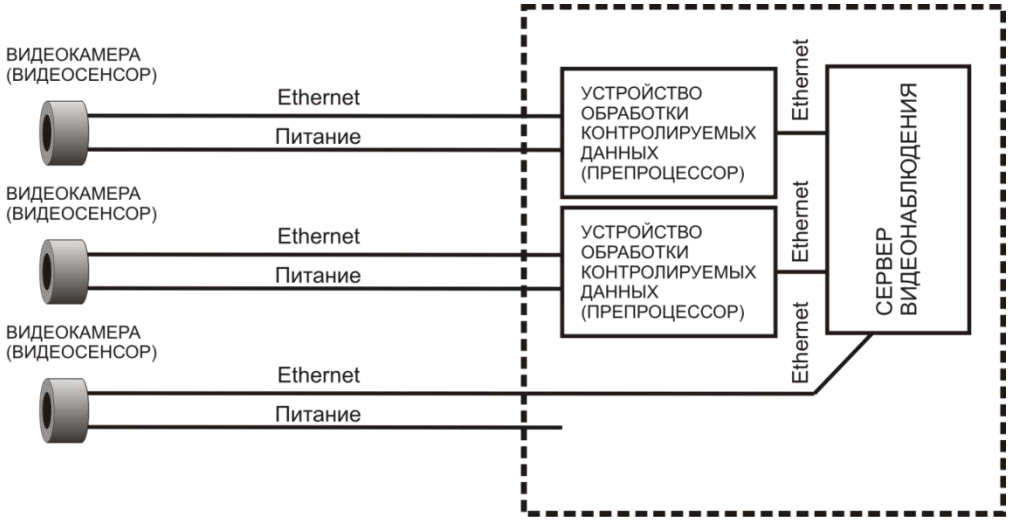

Рисунок 43 – Подключение нескольких ИПВ к серверу видеонаблюдения

ИПВ транслирует изображение, полученное от видеокамеры, по сети Ethernet в ПК или систему видеонаблюдения. При трансляции возникает задержка между приёмом видеоизображения от видеосенсора ИПВ и передачей его далее по сети Ethernet. Задержка связана с тем, что устройство обработки контролируемых данных ИПВ проводит поиск задымления в видеоизображении по установленным критериям. Задержка возрастает по мере увеличения количества обнаруженных областей дыма и составляет от 1,5 до 6 с. Задержка выражается в том, что выходное видеоизображение идёт короткими рывками. Нагрузка на сервер СВН при этом не увеличивается, поскольку анализ проводится в ИПВ и на сервер приходит обычный видеопоток.

Однако видеосенсор ИПВ нужно располагать так, чтобы был виден возможный источник задымления и подъём дыма. Это не всегда согласуется с задачей установок камер для системы видеонаблюдения (рис.44, 45).

Рисунок 44 – Неудачное расположение видеосенсора. Распространение дыма вверх обрезано видеокамерой. По видеопоследовательности движение дыма выглядит так, что основной поток дыма направлен вниз и поэтому дым игнорируется алгоритмом ИПВ.

Рисунок 45 – Несмотря на неудачное расположение видеосенсора, в видеопоследовательности основные потоки дыма направлены вверх и влево-вправо. Поэтому дым был обнаружен алгоритмом ИПВ.

Операторы центра управления СВН могут просматривать видео с камер наблюдения в режиме реального времени.

Сигнал тревоги позволяет обратить внимание на видеокадры пожара.

Это позволяет им оценить характер и масштаб пожара, а также его стадию.

По записям, сделанным до происшествия, они могут определить, есть ли на месте происшествия люди, и лучше оценить общую ситуацию.

В том числе, учитывая стоимость ложных срабатываний, оператор может проигнорировать сигнал тревоги или, по возможности, локализовать и взять под контроль возгорание, чтобы не допустить остановки всего производства.

Таким образом, система видеонаблюдения может более эффективно использовать свои ресурсы для ликвидации чрезвычайных ситуаций.

5. ВОЗМОЖНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Извещатель пожарный с видеоканалом «Видеосенс» позволяет решать задачу автоматического обнаружения пожара по появлению дыма на открытых площадках, в том числе на значительных удалениях. К таким площадкам относятся леса, промышленные территории, свалки.

Кроме этого извещатель «Видеосенс» решает задачу автоматического обнаружения пожара в помещениях с высокими потолками, даже при наличии потоков воздуха или влиянии низких температур: склады, цеха, штольни.

6. ДАЛЬНЕЙШЕЕ РАЗВИТИЕ

Есть нерешённая проблема обнаружения дыма чёрного цвета, что актуально для обнаружения горения резины, угля, нефтепродуктов и прочее.

Но мы в поиске новых алгоритмов и решений.

Мы считаем, что эта задача автоматического обнаружения дыма белого и серого в основном решена.

ИПВ «Видеосенс» реагирует на дымы белого цвета и разных градаций серого цвета, т.е. можно обнаружить дым от низкотемпературных пожаров (горение деревьев, влажных листьев), дым выделяемый при горении бумаги, соломы, сена, угля, ряда полимеров и прочее.

7. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Извещатель пожарный с видеоканалом обнаружения ИП928-1-В-РБ «Видеосенс»:

- Первый извещатель российского производства, использующий VSD
- Использует уникальные алгоритмы видеоаналитики
- Обнаруживает задымление на открытых площадках
- Обнаруживает задымление в помещениях с высокими потолками
- Обнаруживает пожар в месте начала пожара
- Включается в стандартную АСПС
- Имеет возможность передачи данных в систему видеонаблюдения
- Снижает стоимости одной точки контроля на площадь