

**Публикации семинару №4**  
**"Технические средства и системы раннего обнаружения пожара"**

Пожарная безопасность №4, 2008 – с.96 - 101

**Членов А.Н., Т.А. Буцынская, Ф.В. Демехин,  
И.Г. Дровникова, П.А. Орлов**

**НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ПОЖАРНОЙ  
БЕЗОПАСНОСТЬЮ ОБЪЕКТОВ**

В статье рассмотрены перспективные направления применения видеотехнологий для повышения пожарной безопасности объектов. Представлены разработанные авторами устройства, осуществляющие получение, передачу и анализ видеоизображения, что позволяет повысить достоверность контроля пожароопасной ситуации на объекте.

В последние годы наблюдается существенный прогресс применения видеотехнологий в различных сферах человеческой деятельности. Одним из таких направлений являются системы безопасности.

Практика развития систем управления технологией производства, охранного телевидения, контроля и управления доступом показывает, что видеотехнологии могут успешно решать и ряд задач по обеспечению пожарной безопасности.

Проведенный анализ технической информации [1] позволяет выделить следующие возможности применения видеотехнологий в данном направлении (рис. 1).

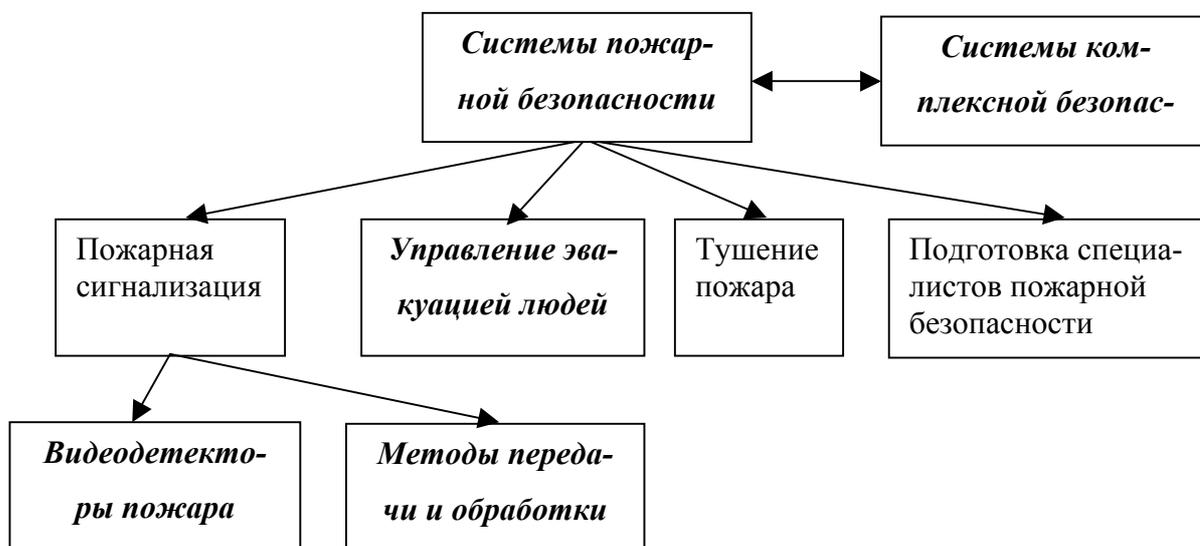


Рис. 1. Основные направления применения видеотехнологий в системе пожарной безопасности

Рассмотрим подробнее эти направления.

В системах пожарной сигнализации в последние годы разработаны новые методы и на их основе алгоритмы обработки видеосигнала, которые могут быть использованы для обнаружения пожара по различным сопутствующим факторам. Их можно условно разбить на три группы [1]:

1. Методы, основанные на обнаружении пламени в результате анализа статической и динамической, яркостной и цветовой составляющих отдельных элементов изображения, в том числе с применением специальных сенсоров ближнего инфракрасного диапазона.

Недостатком данных метода является сложность идентификации пламени, которое находится на значительном удалении от камеры. Кроме того, он не позволяет вычислять точную координату местонахождения очага пожара на видеоизображении. Здесь перспективным может быть совмещение функций инфракрасного извещателя пламени и различного рода видеодетекторов.

2. Методы с использованием опорных изображений, полученных до наступления тревожной ситуации при нормальных условиях и для различных условий освещенности (день, вечер, осадки и др.). Разработки по определению условий окружающей среды в системах охранного телевидения преимущественно основаны на детальном анализе изображений. В некоторых системах по определению степени освещенности или затенённости использовали внутренний хронометраж, данные о широте и долготе, а также встроенный астрономический календарь.

Наибольший интерес для обнаружения пожара представляет метод, основанный на анализе отдельных частей изображения по специальным признакам, который позволяет распознавать наличие дыма, тени, тумана, либо увеличения оптической плотности среды под воздействием различных факторов [5]. Однако существенным недостатком устройства на основе данного метода является низкая надежность его работы в условиях тумана, а также большая инерционность, что снижает достоверность обнаружения пожара.

3. Методы, в которых используется банк данных типовых блоков видеоизображения различных тревожных ситуаций - форма и тип пламени, интенсивность задымления и т.д., а также различных возмущающих факторов, таких как солнечная засветка, свет фар движущихся автомобилей, различного рода световые блики, и др., которые при необходимости, сравниваются с отдельными частями реального изображения.

Положительной стороной обнаружения пожара устройством данного вида является низкая вероятность ложных срабатываний, но только в четких границах его использования. К недостаткам можно отнести узкую область его применения, связанную с конечным количеством хранимых идентификаторов пламени и элементов возмущающих источников света, высокие аппаратные требования, сложность программирования для конкретного объекта защиты.

Повышение достоверности обнаружения пожара и устранение недостатков, присущих существующим разработкам, может быть достигнуто при

одновременном обнаружении и идентификация таких факторов пожара, как пламя, дым, обрушение строительных конструкций с учетом различных условий освещенности и внешних искажений [2]. Структурная схема предлагаемого устройства представлена на рис. 2.

В процессе функционирования цифровой сигнал с видеокамеры 1 поступает на фильтр искажений 2, блок распознавания искажений 3, детектор активности 9 и модуль принятия решений 6. В фильтре искажений 2 происходит его очистка от искажений, вызванных кратковременным появлением в зоне обнаружения летящих целей, вспышек молний и т.п. В блоке распознавания искажений 3 происходит распознавание искажений, вызванных условиями окружающей среды и погодными условиями, не связанными с пожаром, такими как атмосферные осадки, ветер, туман и т.п. Распознанные искажения учитываются в алгоритме работы детектора пламени 7 и детектора дыма 8. В детекторе активности 9 происходит обнаружение движения в заданных областях.

Блок анализа фона 4 содержит фотоэлемент для определений условий освещенности объекта и выбора режима "день/ночь". Информация с блока анализа фона 4 учитывается при детекции видеосигнала в блоках 8 и 9. После фильтра искажений 2 цифровой видеосигнал поступает на детектор пламени 7 и детектор дыма 8. В блоке 7 происходит анализ всего кадра видеоизображения и выделение на нем светлых зон (сегментов), "похожих" на пламя. Цветовая интенсивность и переменная составляющая выделенных светлых сегментов анализируется на видеоряде (например, из 8 кадров). При наличии определенного уровня интенсивности яркости по каждому цветному каналу и флуктуации переменной составляющей определенной частоты, происходит выдача сигнала о срабатывании детектора пламени 7.

В блоке 8 происходит анализ всего кадра видеоизображения и выделение на нем темных зон (сегментов), "похожих" на дым. Векторная скоростная составляющая перемещения темных сегментов анализируется в блоке 8 на видеоряде (например, из 8 кадров). При наличии определенного вектора и скорости переменной составляющей, происходит выдача сигнала о срабатывании видеодетектора дыма 8.

В блоке 9 происходит обнаружение движения на заранее запрограммированных участках изображения. Сигнал о срабатывании детектора активности 9 выдается при наличии интенсивности движения заданного уровня.

На модуль принятия решений 6 поступают сигналы о срабатывании детектора пламени 7, детектора дыма 8 и детектора активности 9, а также цифровой сигнал с видеокамеры 1 для передачи на пульт наблюдения и архивации (на рис. 1 не показан). Блоком логическим 10, в соответствии с заданным алгоритмом, принимается решение о пожаре: например, при срабатывании двух и более детекторов за определенный промежуток времени или срабатывании одного из детекторов с определенной периодичностью. Затем сигнал о пожаре поступает в блок архивации 12, где по команде с блока логического 10 он записывается в энергонезависимой памяти и в блок формирования извещений 11. Блок 11 формирует извещения о пожаре и преобразует видео-

изображение в пакетную форму для передачи по команде в сигнальную линию.

Данное устройство предназначено главным образом, для использования в системах пожарной сигнализации и пожаротушения для защиты крупных промышленных объектов, в том числе резервуарных парков хранения нефтепродуктов, сложных и крупногабаритных технологических установок на предприятиях нефтепереработки, где применение известных средств обнаружения недостаточно эффективно.

Оно может быть установлено в труднодоступных местах, без постоянного пребывания людей, а также в обычных условиях для повышения достоверности и уменьшения времени обнаружения пожара.

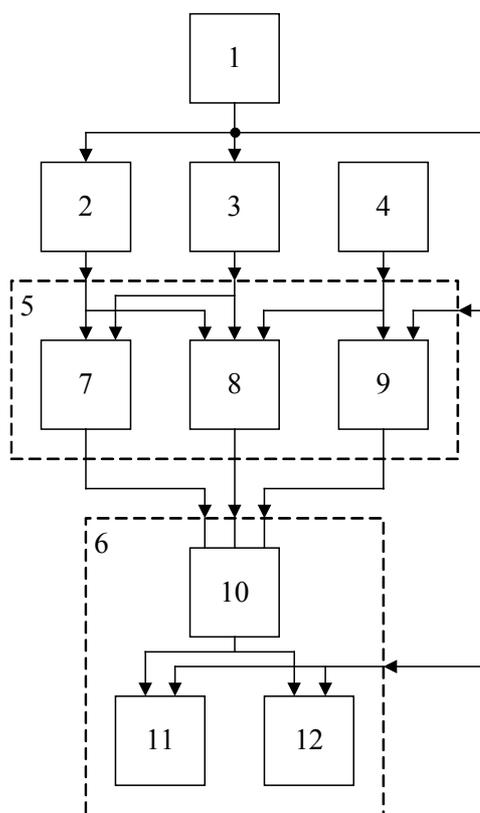


Рис. 2. Устройство для обнаружения пожара на промышленных объектах:

1 – видеокамера; 2 – фильтр искажений; 3 – блок распознавания искажений;  
4 – блок анализа фона; 5 – блок обнаружения пожара; 6 – модуль принятия решений; 7 –  
детектор пламени; 8 – детектор дыма; 9 – детектор активности; 10 – блок логический; 11 –  
блок формирования извещений; 12 – блок архивации.

Структурная схема другого разработанного устройства для обнаружения пожара представлена на рис. 3.

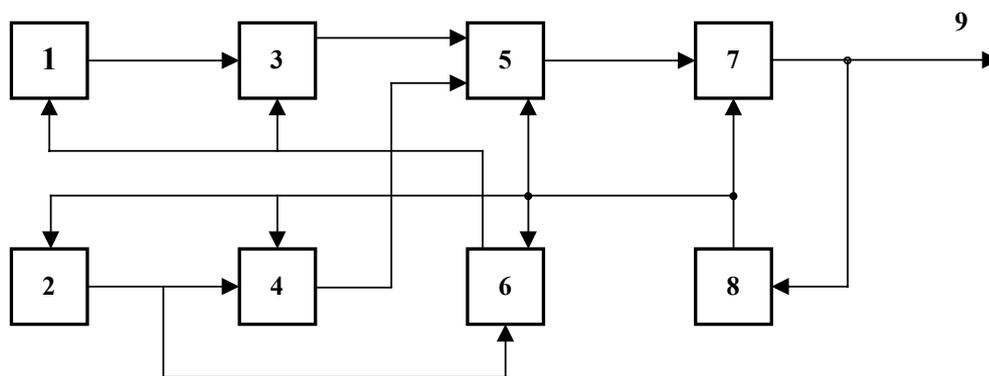


Рис. 1. Структурная схема устройства для обнаружения тревожной ситуации с визуальным подтверждением: 1 – видеокамера; 2 – пожарный извещатель; 3 – видеоконтроллер; 4 – интерфейс; 5 – мультиплексор; 6 – блок управления; 7 – передатчик сигнала; 8.– блок питания; 9 – сигнальная линия.

Устройство работает следующим образом [3].

Извещатель 2 при нормальных условиях находится в дежурном режиме и анализирует уровень контролируемого параметра в зоне обнаружения. Электропитание извещателя осуществляется от сигнальной линии 9 через блок питания 8 в постоянном режиме. При срабатывании извещателя в результате возникновения тревожной ситуации сигнал с его выхода преобразуется с помощью интерфейса 4 в пакетную форму передачи данных и через мультиплексор 5 и передатчик сигналов 7 поступает в сигнальную линию. Одновременно с этим, сигнал с пожарного извещателя поступает на блок управления 6. Электропитание из сигнальной линии 9, аккумулированное в блоке питания 8 через блок управления поступает на видеокамеру 1 и видеопроцессор 3. Продолжительность подачи питания достаточна для работы видеокамеры 1 и видеопроцессора 3 в кратковременном режиме и определяется емкостью электрических конденсаторов в блоке питания. С помощью видеокамеры осуществляется цифровой видеоснимок. Сигнал с видеокамеры поступает на видеопроцессор 3, где происходит сжатие изображения и преобразование его в протокол пакетной передачи данных. Далее сигнал поступает на мультиплексор 5, с помощью которого происходит последовательная передача извещений с пожарного извещателя, и видеокадров с телекамеры через преобразователь питания в сигнальную линию. Устройство может передавать последовательность видеокадров с телекамеры в сигнальную линию с частотой, необходимой для регенерации электропитания.

Возможность передачи видеоизображения в виде пакета из нескольких снимков позволяет оценить динамику развития тревожной ситуации или достоверно определить ее отсутствие при ложном срабатывании извещателя.

В качестве пожарного извещателя в составе устройства рекомендуется извещатель пламени, или другие виды средств раннего обнаружения пожара.

Передача и, при необходимости, протоколирование видеоизображений предназначено не только для повышения достоверности обнаружения пожа-

роопасной ситуации на объекте, но и для последующего анализа и выявления причин ложных срабатываний.

Одним из перспективных направлений применения видеотехнологий является их интеграция в систему оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ) людей в экстремальных ситуациях. СОУЭ представляет собой организационно-техническую систему, обеспечивающую своевременное сообщение людям о возникающей опасности и, при необходимости, путях эвакуации. Технической основой СОУЭ является комплекс взаимодействующих технических средств, включающий оповещатели, указатели и приборы управления ими.

Современные СОУЭ проектируются и функционируют с целью реализации планов эвакуации, разрабатываемых на основе нормативных документов, исходя из условия обеспечения безопасной эвакуации людей. При проектировании одним из основных параметров является время эвакуации, устанавливаемое по расчету времени движения одного или нескольких людских потоков через эвакуационные выходы от наиболее удаленных мест размещения людей. С учетом этого определяются размеры зон оповещения, специальная очередность оповещения, время начала оповещения в отдельных зонах и другие характеристики функционирования СОУЭ, реализуемые в автоматическом или полуавтоматическом режиме техническими средствами управления.

Однако на практике могут возникнуть ситуации, не предусмотренные планом, когда в процессе функционирования объекта возникнут изменения в его конфигурации, влияющие на исходные данные для расчета плотности потока людей, путей эвакуации и др. Например, при ремонте помещений происходит заграждение проходов из-за выставленной в коридор мебели. Возможна также умышленная или неумышленная блокировка людьми прохода при эвакуации. В этих случаях необходимы оперативные изменения в работе СОУЭ, обеспечивающие выполнение ей своей целевой функции.

Применение видеонаблюдения является одним из возможных направлений повышения эффективности функционирования СОУЭ. Автоматизированные системы видеонаблюдения (АСВ) уже достаточно широко используются на различных объектах с массовым пребыванием людей. Они характеризуются значительным количеством телевизионных камер, расположенных таким образом, чтобы оператор мог реагировать на критические ситуации, возникающие практически в любом месте объекта.

Даже в обычной обстановке количество ситуаций, с которыми одновременно приходится работать операторам, часто очень высоко. Вероятность того, что критические ситуации могут быть пропущены, возрастает пропорционально увеличению числа телевизионных камер.

С помощью сложных алгоритмов может производиться детальный анализ изображения объекта, схемы перемещений людей и формирование сигнала оператору только при конкретных возникающих условиях.

Некоторые многокамерные АСВ уже сейчас могут производить не только индивидуальные визуальные настройки, но и автоматическое реагирование на выбранную и распознанную ситуацию. Поэтому в таких системах

возможно в результате дополнительного программирования на объекте ввести ряд функций по участию АСВ в управления движением людей при эвакуации. Конечно, с учетом специфики выполняемых дополнительных функций должна быть обеспечена определенная схема расположения оборудования.

На рис. 4 представлена разработанная структурная схема автоматизированной интегрированной системы, решающей комплексные задачи пожарной сигнализации, пожаротушения, видеонаблюдения, контроля доступа, оповещения людей о пожаре и чрезвычайных ситуациях, а также управления эвакуацией.

В нормальных условиях функционирования объекта на мониторах оператора отображаются основные режимы работы модулей и систем, а также изображения участков объекта в зоне действия видеокамер модуля цифрового видеонаблюдения.

При возникновении пожара или тревожной ситуации на объекте, они обнаруживаются соответствующими модулями пожарной сигнализации 2, охранной сигнализации 3 или оператором с помощью модуля цифрового видеонаблюдения 1. Соответствующие извещения поступают через контроллер 9 на рабочее место оператора 8, а также в модуль управления оповещением и эвакуацией 7. Оператор принимает решение о формировании соответствующих команд управления, которые с помощью контроллера 9 передаются в систему пожаротушения 3, систему контроля и управления доступом 5, модуль контроля и управления инженерными системами 6, а также через модуль управления оповещением и эвакуацией 7 в систему оповещения 10 для формирования действий, направленных на нормализацию ситуации. При этом не исключается автоматическое реагирование отдельных модулей и систем и их комбинаций в пределах установленной компетенции на типовые ситуации. Например, включение быстродействующих автоматических установок в системе пожаротушения 3 по команде с модуля пожарной сигнализации 2, включение соответствующих звуковых и световых оповещателей.

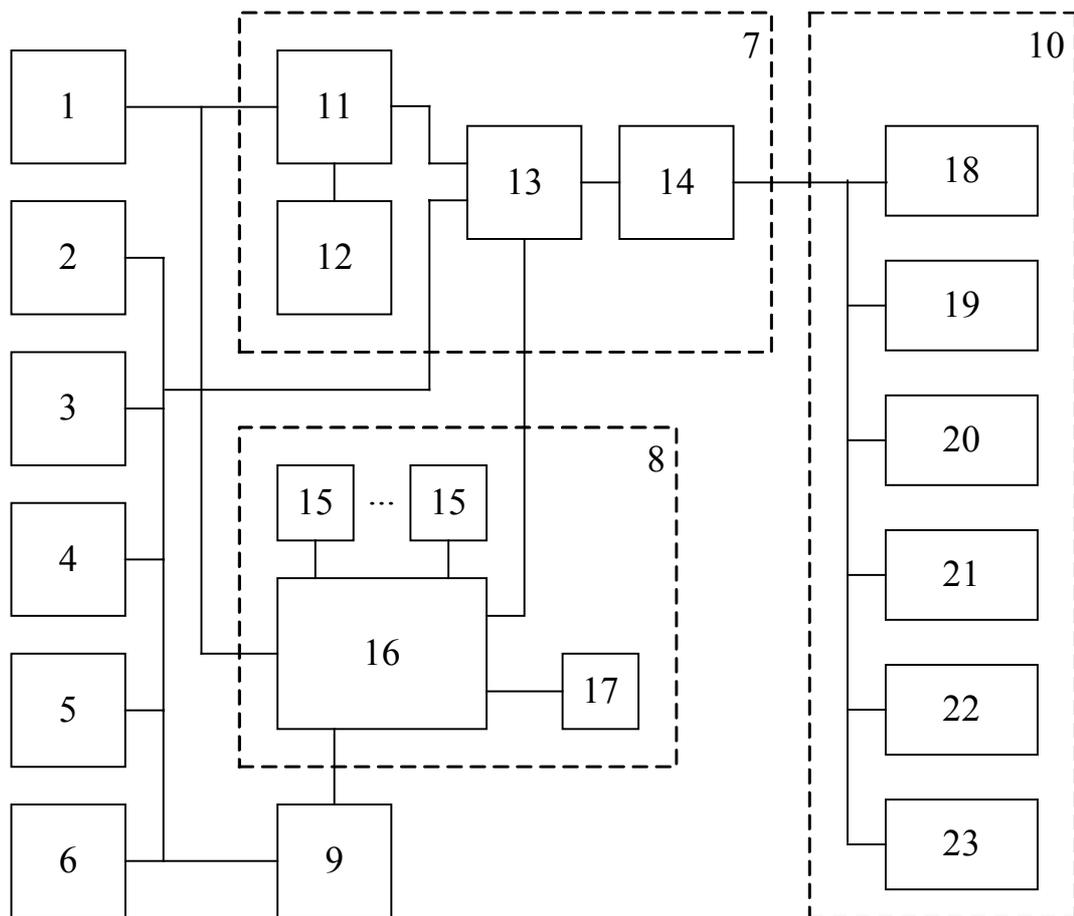


Рис. 4. Структурная схема автоматизированной системы управления противопожарной защитой:

:1 - модуль цифрового видеонаблюдения; 2 - модуль пожарной сигнализации; 3 - система пожаротушения; 4 - модуль охранной сигнализации; 5 - система контроля и управления доступом; 6 - модуль контроля и управления инженерными системами; 7 - модуль управления оповещением и эвакуацией; 8 - рабочее место оператора; 9 - контроллер; 10 - система оповещения; 11 - блок распознавания образов; 12 - база данных; 13 - блок выбора сценариев эвакуации; 14 - блок управления; 15 - мониторы; 16 - компьютер; 17 - микрофон; 18 - блок световых оповещателей; 19 - блок звуковых оповещателей; 20 - блок световых указателей; 21 - блок речевых оповещателей; 22 - блок аварийного освещения; 23 - блок селекторной связи.

Наиболее важным и сложным этапом функционирования системы противопожарной защиты является обеспечение оповещения и управления эвакуацией людей в экстремальных ситуациях. Эти функции в данной системе выполняют модуль управления оповещением и эвакуацией 6 и система оповещения 10. Используемый в АСУПЗ состав блоков системы оповещения 10 соответствует формированию оповещения по пятому типу для зданий с массовым пребыванием людей, multifunctional and increased floor height.

В данной АСУПЗ указанные дополнительные возможности видеонаблюдения реализованы в модуле управления оповещением и эвакуацией 7. Поступающий с видеокамер модуля цифрового видеонаблюдения 1 сигнал в блоке распознавания образов 11 преобразуется и сравнивается с видеоизоб-

ражениями из базы данных 12. Результат сравнения после анализа приводит к выбору в блоке 13 оптимального сценария эвакуации, который предлагается оператору и после подтверждения им реализуется с помощью блока управления 14 системой оповещения 10. Оператор при необходимости может изменить сценарий эвакуации. Введение микрофона в рабочее место оператора 8 обеспечивает возможность дополнительного речевого оповещения и обратную акустическую связь в зонах оповещения с помощью блоков 21 и 23. Таким образом, предлагаемая АСУПЗ решает комплексные задачи противопожарной защиты и обеспечения безопасности.

Дополнительным вариантом использования такой АСУПЗ может быть ее применение непосредственно пожарными подразделениями, прибывающими на объект при пожаре. Применение видеонаблюдения в этом случае поможет более качественно проводить разведку пожара, прогнозировать опасные факторы пожара на путях эвакуации людей.

Одним из возможных направлений применения видеотехнологий является их использование для обучения и повышения квалификации специалистов различного профиля в сфере обеспечения пожарной безопасности. Такое обучение может осуществляться в процессе функционирования системы или на специальных полномасштабных тренажерах [5]. Имитация видеоизображения тревожной ситуации при этом может осуществляться путем использования записанных ранее (архивных) материалов, или непосредственно генерироваться и накладываться на реальное изображение.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Членов А.Н., Фомин В.И., Буцынская Т.А., Демехин Ф.В. Новые методы и технические средства обнаружения пожара: Монография. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2007. - 175 с.
2. Патент РФ на полезную модель № 66580, 07.05.2007 Устройство для обнаружения пожара на промышленных объектах (Демехин Ф.В., Членов А.Н., Буцынская Т.А.)
3. Патент РФ на полезную модель № 66578, 26.02.2007. Устройство для обнаружения пожара с визуальным подтверждением (Членов А.Н., Демехин Ф.В., Буцынская Т.А., Журавлев С. Ю.).
4. Патент РФ на полезную модель № 66574, 07.05.2007. Автоматизированная система управления противопожарной защитой (Буцынская Т.А., Членов А.Н., Демехин Ф.В.).
5. Членов А.Н., Дровникова И.Г. Условия совершенствования профессиональной подготовки специалистов для работы в системе охраны и пожарной безопасности объектов // Пожаровзрывобезопасность, август 2007.- С. 6 – 9.

## **СОВРЕМЕННЫЕ АВТОМАТИЧЕСКИЕ ГАЗОАНАЛИЗАТОРЫ - СИГНАЛИЗАТОРЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ И ОТКРЫТЫХ УСТАНОВОК**

Доктор технических наук Фёдоров А.В.,  
доктор технических наук, профессор Членов А.Н.  
Академия Государственной противопожарной службы МЧС России

**В связи с интенсификацией производственных процессов и развитием нефтеперерабатывающей, нефтехимической, химической и других потенциально опасных отраслей промышленности, своевременное обнаружение горючих газов и паров в воздухе производственных помещений и промышленной территории в концентрациях, значительно меньших взрывоопасных и их локализация является важной задачей. Эту задачу успешно решают газоанализаторы - сигнализаторы, широко применяемые в промышленности для помещений и открытых технологических установок.**

Аварийная утечка горючих газов (в том числе сжиженных), легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ), а также их залповый выброс из поврежденной части технологического оборудования являются непосредственными источниками загазованности открытых установок потенциально опасных предприятий. В общем случае ход подобных аварий можно разделить на несколько стадий (рис. 1).

Взрывоопасные облака топливно-воздушной смеси (ТВС), как правило, воспламеняются через некоторое время после их образования, что позволяет оповестить персонал предприятия и население прилегающих районов о необходимости включения устройств защиты (паровые или водяные завесы для рассеивания) и принятия мер по предотвращению возможных взрывов на соседних объектах. Поэтому весьма актуальным является обнаружение загазованности воздушной среды промтерритории потенциально опасных предприятий на ранних стадиях аварии (рис. 1, стадии I и II).

Обычные лабораторные анализы дают информацию только о промежуточном состоянии процесса, и, как правило, со значительным опозданием в отношении оперативной оценки сложившейся ситуации.

Автоматический аналитический контроль обеспечивает оперативное определение концентрации контролируемого компонента в анализируемой смеси, показание и (или) запись результата измерения, а при необходимости - выдачу светозвукового сигнала и команд на исполнительные устройства.

Прибор, автоматически или полуавтоматически определяющий количественный или качественный состав анализируемого вещества на основе из-

мерения параметров, характеризующих его физические или физико-химические свойства, называется анализатором. Полуавтоматический анализатор (индикатор) – устройство, предполагающее в своей работе наличие ручных операций по периодическому забору анализируемой смеси и в дополнительной обработке результатов анализа. Приборы такого типа не могут применяться в качестве элементов регулирующих систем и систем защиты.



Рис. 1. Примерные стадии и характеристики развития аварии с выбросом горючих газов

Автоматический анализатор действует полностью автоматически и может быть использован в составе автоматических регулирующих систем, а также в схемах автоматической защиты. Он представляет собой стационарное устройство непрерывного действия.

Для определения взрывоопасности газопаровоздушных сред применяют газоанализаторы, определяющие концентрацию в воздухе того или иного горючего газа, пара или их совокупности. Оценка взрывоопасности среды производится путем сопоставления полученных данных со значениями нижних пределов воспламенения этих газов или паров.

Принцип действия газоанализаторов основан на различных физико-химических или физических эффектах. Анализаторы, использующие физико-

химические принципы измерения, контролируют параметры, сопровождающие химическую реакцию, в которой участвует либо само определяемое вещество, или оно оказывает существенное влияние на ее ход.

Анализаторы, основанные на физических принципах, измеряют некоторую физическую величину, для которой точно определена ее зависимость от состава анализируемой смеси. Важным свойством таких анализаторов является отсутствие при измерениях количественных изменений анализируемого вещества. Однако дополнительные трудности при их создании и эксплуатации создает зависимость значений измеряемых физических величин от ряда мешающих факторов, например давления, температуры и концентрации сопутствующих компонентов.

### **Термохимические газоанализаторы-сигнализаторы**

Среди методов, применяемых для определения концентрации в атмосферном воздухе горючих газов или паров горючих жидкостей, наибольшее распространение в промышленности получил термохимический метод. Сущность этого метода заключается в измерении теплового эффекта (дополнительного повышения температуры) от реакции окисления горючих газов и паров на каталитически активном элементе датчика, и дальнейшем преобразовании полученного сигнала.

Датчик сигнализатора, используя тепловой эффект каталитического окисления горючих газов и паров, формирует электрический сигнал  $U_C$ , пропорциональный их концентрации  $C$  с различными коэффициентами пропорциональности  $k_{\Pi}$  для различных веществ:

$$U_C = k_{\Pi} \times C.$$

При горении различных газов и паров термохимический датчик выдает сигналы, разные по величине. Одинаковым уровням в % от нижнего концентрационного предела распространения пламени (НКПР) различных газов и паров в воздушных смесях соответствуют неравные выходные сигналы датчика. Термохимический датчик не избирателен. Его сигнал характеризует уровень взрывоопасности, определяемый суммарным содержанием горючих газов и паров в воздушной смеси.

В случае контроля совокупности компонентов, в которой содержание отдельных, заранее известных горючих компонентов может колебаться от нуля до какой-то концентрации, это приводит к погрешности контроля и при нормальных условиях. Этот фактор учтен заданием границ диапазона сигнальных концентраций и допуском на их изменение – пределом допускаемой основной абсолютной погрешности срабатывания. Пределы измерения сигнализатора – это наименьшее и наибольшее значение концентрации определяемого компонента, в пределах которых сигнализатор осуществляет измерение с погрешностью, не превышающей заданную.

Современная промышленность выпускает два типа термохимических газоанализаторов-сигнализаторов: с конвекционно-диффузионной и с принудительной подачей анализируемой среды.

Сигнализаторы с конвекционной подачей среды состоят из блока сигнализации и питания и одного или нескольких датчиков в соответствии с количеством каналов.

Сигнализаторы с принудительной подачей среды состоят из блока сигнализации и питания, а также одного или нескольких блоков датчика в соответствии с количеством каналов. Блок датчика предназначен для принудительного забора контролируемой смеси на анализ.

Датчики сигнализатора с конвекционно-диффузионной подачей смеси на анализ устанавливаются непосредственно в помещении или на открытых пространствах, где необходимо контролировать наличие в воздухе дозврывоопасных концентраций горючих газов и паров. Устройство конвекционно-диффузионного датчика термохимического сигнализатора показано на рис. 2.

Глубину и скорость реакции окисления выбирают за счет соответствующей температуры и применением соответствующего катализатора.

Чувствительный элемент датчика представляет шарик диаметром 1 мм из  $\gamma$ -оксида алюминия пропитанный платино-палладиевым катализатором. Через каталитически активный элемент проходит платиновая спираль, припаянная к токопроводам. Токопровода запрессованы в основание датчика из изоляционного материала. Это основание вместе с газообменным фильтром образуют реакционную камеру, в которой находятся чувствительный и компенсирующий элементы датчика (рис. 2). Соединение газообменного фильтра с корпусом датчика неразъемное, выполненное склеиванием с дополнительным креплением кожухом.

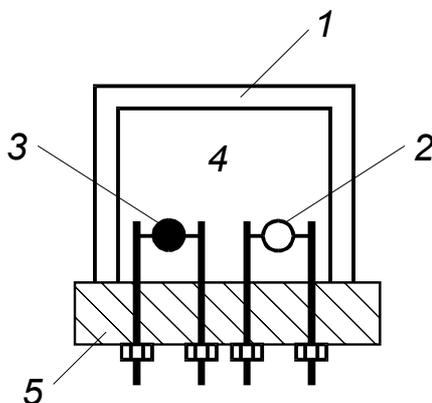


Рис. 2. Устройство датчика термохимического сигнализатора

1 – газообменный фильтр из пористой металлокерамики; 2 – чувствительный элемент; 3 – компенсирующий элемент; 4 – реакционная камера; 5 – изоляционная колодка

Платиновая спираль разогревает каталитически активный элемент до температуры 360 °С. Сигнал о появлении в воздухе дозврывоопасных концентраций горючих газов и паров формируется на каталитически активном элементе за счет дополнительного повышения температуры (до 40 °С) на поверхности элемента вследствие окисления горючих газов и увеличения сопротивления платиновой спирали. Компенсирующий элемент выполнен без пропитки катализатором.

Электрическая измерительная схема газоанализаторов - сигнализаторов представляет собой неуравновешенный мост. Чувствительный и компенсирующий элементы расположены в датчике, остальные сопротивления мостовой схемы выполнены из манганина и расположены во вторичном приборе.

Блоки сигнализации и питания сигнализаторов в соответствии с требованиями ГОСТ 12997-84 изготавливаются в обыкновенном исполнении с маркировкой по степени защиты оболочки IP00 или IP20 и должны быть установлены за пределами взрывоопасных зон. Датчики и блоки датчика выполнены взрывозащищенными с маркировкой взрывозащиты 1ExdIICT4 или 1ExdibIICT6 по ГОСТ 12.2.020-76 и могут эксплуатироваться во взрывоопасных зонах помещений всех классов и наружных установок согласно "Правилам устройства электроустановок" (ПУЭ) и другим документам, регламентирующим применение электрооборудования во взрывоопасных условиях.

Блок датчика с принудительной подачей выполнен в виде панели, предназначенной для щитового монтажа. На панели размещены элементы блока в соответствии со схемой пневматической принципиальной (рис.3).

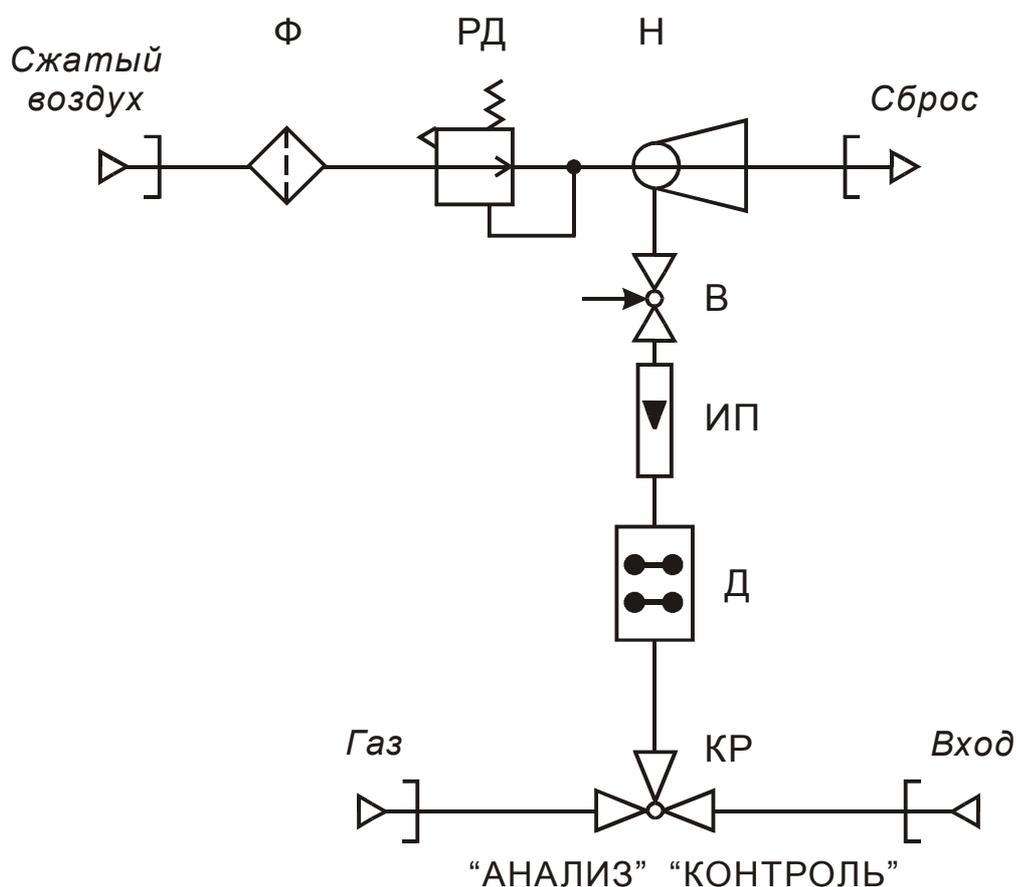


Рис.3. Схема пневматическая принципиальная блока датчика с принудительной подачей контролируемой среды

Ф – фильтр воздуха; РД – редуктор давления воздуха; Н – эжектор воздушный; ИП – ротаметр; В – вентиль точной регулировки расхода смеси; Д – датчик; КР – кран трехходовой

В блоке датчика применяется тот же датчик, что и в сигнализаторах с конвекционной подачей среды. Однако вместо защитного кожуха используется защитный колпак, через штуцеры которого подается контролируемая среда.

Схема пневматическая обеспечивает принудительную подачу на датчик: анализируемой среды в режиме анализа; воздуха в режиме контроля нуля; поверочной смеси в режиме поверки сигнализатора.

В качестве побудителя расхода используется эжектор воздушный Н, задающий разрежение в тракте. Эжектор включается в линию сжатого воздуха через фильтр воздушный Ф и редуктор давления воздуха РД.

В режиме анализа через штуцер "Газ" и кран трехходовой КР в положении "АНАЛИЗ" контролируемая среда поступает на датчик Д и через ротаметр ИП и эжектор Н сбрасывается вместе со сжатым воздухом.

В режиме контроля через штуцер "Вход" и кран трехходовой КР в положении "КОНТРОЛЬ" чистый воздух или поверочная смесь точно также подается на датчик и через ротаметр и эжектор на сброс.

Автоматические сигнализаторы могут эксплуатироваться в следующих условиях:

температура окружающей и контролируемой среды: от  $-45$  до  $+50$  °С – для датчиков;

от  $+1$  до  $+50$  °С – для блока датчика и блока сигнализации и питания;

относительная влажность окружающей и контролируемой среды до 90% при температуре 25 °С.

Сигнализаторы, укомплектованные датчиками с принудительной подачей контролируемой среды (блоки датчика), требуют наличия в месте установки датчика линии сжатого воздуха давлением от 0,25 до 0,60 МПа (от 2,5 до 6 кгс/см<sup>2</sup>). Объемный расход контролируемой среды через датчик, в соответствии с техническим описанием прибора, устанавливается в пределах 25-48 л/ч.

Потребности современной промышленности привели к разработке новых модификаций универсальных приборов на сумму горючих газов и паров - СВК, СТХ, "ЩИТ", СТМ-10, СТМ-30, ГАЗОТЕСТ-3001/3003. Сравнительные характеристики стационарных газоанализаторов приведены в табл.1.

### **Требования к установке газоанализаторов**

Условия эксплуатации, особенности монтажа и порядок установки автоматических стационарных газоанализаторов-сигнализаторов регламентированы "Правилами пожарной безопасности при эксплуатации предприятий химической промышленности", "Общими правилами взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств)", "Требованиями к установке сигнализаторов и газоанализаторов (ТУ-газ-86)" и инструкциями заводов-изготовителей. В соответствии с этими документами проектные организации определяют тип, количество газоанализаторов и места отбора проб газопаровоздушных смесей с учетом местных условий, физико-химических и взрывопожароопасных

свойств обращающихся веществ и технологических особенностей производства.

Согласно ТУ-газ-86, сигнализаторы довзрывоопасных концентраций необходимо устанавливать во взрывоопасных зонах классов В-1а, В-1б, В-1г, а также в заглубленных помещениях с нормальной средой, куда возможно затекание горючих газов и паров. Вторичные приборы газоанализаторов должны автоматически включать светозвуковую сигнализацию, оповещающую о наличии опасных концентраций взрывоопасных и вредных веществ.

При необходимости, от импульса датчиков довзрывных концентраций предусматривается автоматическое отключение технологического оборудования или включения системы защиты.

Световой и звуковой сигналы о наличии взрывоопасных концентраций подаются для постоянно обслуживаемых помещений – в загазованное помещение, для периодически обслуживаемых помещений – у входа в помещение. Данные сигналы также одновременно подаются в операторную или пункт управления производственным комплексом.

Сигналы о срабатывании датчика-сигнализатора довзрывных концентраций, установленного на открытой площадке, необходимо подавать в операторную или пункт управления производственным комплексом – световой и звуковой; на открытую площадку – только звуковой.

Световая сигнализация оформляется в виде светового табло, устанавливаемого в хорошо обозреваемом месте, отдельно от сигнализации параметров технологического контроля.

В производственных помещениях с наличием аварийной вытяжной вентиляции блоки сигнализации и питания блокируются с пуском аварийной вентиляции. Она должна автоматически включаться в работу при срабатывании датчиков газоанализаторов.

Газоанализаторы устанавливаются в *производственных помещениях*, наиболее опасных с точки зрения возможности образования взрывоопасных смесей (компрессорные горючих газов, насосные сжиженных газов, насосные и складские помещения легковоспламеняющихся и горючих жидкостей и т.п.). Поэтому отбор проб контролируемого воздуха предусматривается в местах наиболее вероятного выделения и скопления газов и паров в зависимости от их свойств, количества, а также конструктивных особенностей технологического оборудования.

Пробоотборные устройства сигнализаторов размещаются с учетом плотности газов и паров относительно воздуха в соответствии с указаниями приложения 1 ТУ-газ-86. При наличии в производственном помещении смеси горючих газов и паров с различными плотностями пробоотборные устройства сигнализаторов размещаются по высоте, исходя из плотности того компонента смеси, для которого величина соотношения  $C/НКПР$  – наибольшая.

Правила размещения датчиков газоанализаторов *на открытых технологических установках* несколько отличаются от правил размещения датчиков в производственных помещениях. Эти отличия обусловлены высокой вероятностью образования зон взрывоопасных концентраций на промышлен-

ной территории как при нормальном (регламентном) режиме работы технологического оборудования, так и при аварийной разгерметизации (полной или частичной) аппаратов, технологических трубопроводов, приводящей к мгновенному выбросу большого количества углеводородного топлива, загазованности территории и образованию облака ТВС. Кроме того, надежному обнаружению не должна мешать неопределенность времени образования и координат области сигнальной концентрации (5-50% НКПР), обусловленная большим числом факторов, которые влияют на рассеивание взрывоопасного облака (скорость и направление ветра на момент аварии, характеристика и производительность источника выброса, рельеф местности, состояние атмосферы и т.д.).

**аблица 1. Автоматические сигнализаторы дозрывных концентраций горючих газов и паров в воздухе**

| Наименование и тип сигнализатора  | Определяемый компонент нефтепродуктов   | Среда, в которой определяется компонент нефтепродуктов | Диапазон сигнализируемых концентраций, %, и время срабатывания сигнализатора, с  | Допустимая погрешность срабатывания сигнализации | Исполнение. Маркировка по взрывозащите |
|---|---|--|--|--|--|
| 1   | 2   | 3  | 4  | 5  | 6                                      |
| Сигнализатор термохимический<br>СТХ-6 с датчиками:<br>ДТХ-118 - конвекционно-диффузионный,<br>ДТХ-119 - с принудительной подачей контролируемой среды | Горючие газы, пары и их смеси   | Воздух во взрывоопасных помещениях                     | 5-50 % НКПР.<br>Индикация наличия или отсутствия сигнализируемой концентрации без оценки ее величины. Расход анализируемой смеси - 25 л/ч.<br>Время срабатывания - не более 10 с | (25±19) % НКПВ метано-воздушной смеси            | 1ExIICT6                               |
| Сигнализатор термохимический<br>СТХ-7М  | Горючие вещества в воздухе, в том числе: этиловый спирт (140-170 °С); бензин "Калоша" (50-100 °С); толуол (20-100 °С); ацетон (20-100 °С) | Воздушная среда при температуре до 200 °С              | В пределах 6-65 % НКПР.<br>Начало сигнальной зоны соответствует диапазону сигнальных концентраций  | ± 7,5 % НКПР (по поверочному продукту)           | 1ExdibsIIBT3                           |

Продолжение табл. 1

| 1   | 2  | 3  | 4  | 5                                      | 6   |
|---|--|--|--|--|---|
| Сигнализатор термохимический СТХ-11 с датчиками:<br>ДТХ-135 - конвекционный,<br>ДТХ-136 - с принудительной подачей контролируемой пробы                       | Горючие газы, пары и их смеси (134 вещества, в том числе нефть и бензин) | Воздух во взрывоопасных помещениях всех классов и в емкостях | В пределах 0-100 % НКПР.<br>Диапазон сигнальных концентраций 18-20 % НКПР.<br>Два настраиваемых порога срабатывания, световая и звуковая сигнализация.<br>Время срабатывания - не более 10 с | ± 5 % НКПР                             | 1ExdibIICT6   |
| Сигнализатор термохимический СТХ-12   | Этилен, винилхлорид, пары дихлорэтана, их смеси                          | Воздух производственных помещений                            | 8-50 % НКПР.<br>Время срабатывания - не более 25 с   | ± 7,5 % НКПР                           | 1ExdibsIICT2  |
| Сигнализатор термохимический "Щит-2" с датчиками:<br>ДТХ-127 (конвекционно-диффузионный),<br>ДТХ-128 (с принудительной подачей контролируемой среды)          | Горючие газы, пары и их смеси (102 вещества)                             | Воздух во взрывоопасных помещениях всех классов и в емкостях | 5-50 % НКПР.<br>Расход анализируемой смеси - 25 л/ч.<br>Время выдачи сигнала - до 10 с   | ± 5 % НКПР с метановоздушной средой    | 1-канальный и 5-канальный.<br><br>1ExdibIICT6 (датчик ДТХ-127); БСиП - ExibIc |
| Сигнализатор термохимический СТМ-10, СТМ-30-50 с диффузионной (от -60 до +50 °С), принудительной (от +1 до +50 °С) или пневматической (эжектор) подачей пробы | Горючие газы, пары и их смеси (140 веществ)                              | Воздух производственных помещений и открытых пространств     | 0-50 % НКПР.<br><br>Имеется два перестраиваемых уровня срабатывания сигнализации концентрации.<br>Время срабатывания сигнализации - 7 с  | ± 5 % НКПР, аналоговый выход - 4-20 мА | 1-канальный.<br><br>Датчик - 1ExdibIICT6(T3)<br>Блок датчика - 1ExibIICT6X    |

Окончание табл.1

| 1   | 2  | 3   | 4  | 5   | 6                                       |
|---|--|---|--|---|---|
| Сигнализатор пламенно-ионизационный СДК-3   | Взрывоопасные органические вещества (263 вещества, в том числе: метан, этилен, бензин, бензол, ксилол) | Воздух рабочей зоны. Допускается наличие примесей хлора, хлористого водорода, паров соляной кислоты | Более 14,2 % НКПР.<br>Расход контролируемой среды - 20-26 л/ч.<br>Время срабатывания - 4, 5, 20 с или не нормировано (в зависимости от определяемого компонента)   | ( $\pm 25,8-9,2$ ) НКПР.<br>Выдается сигнал при 40 % НКПР и выше, не выдается - при 5 % НКПР и ниже | 1ExdibsIICT5X                           |
| Сигнализаторы взрывоопасности искровые пневматические одноканальные, СВИП-1, СВИП-4 | Горючие газы и пары, а также их смеси, создающие взрывоопасные концентрации                            | Воздух производственных помещений   | Приборы постоянного циклического действия.<br>Длительность цикла - ( $45 \pm 5$ ) с.<br>Сигнальная точка - 20 % НКПР.<br>Время выдачи сигнала - до 30 с (без учета запаздывания в газопроводящих линиях) | $\pm 10$ % НКПР   | 1ExdIICT5                               |
| Газоанализатор-сигнализатор ГАЗО-ТЕСТ-3001/3003                                     | Горючие газы и пары, а также их смеси, создающие взрывоопасные концентрации                            | Воздух производственных помещений   | Прибор непрерывного действия, 0-100 % НКПР.  | $\pm 5$ % НКПР,<br>аналоговый выход - 4-20 мА   | 1ExibsIICT6<br>Количество каналов 1 - 3 |
| Сигнализатор взрывоопасности искровой пневматический 4-точечный СВИП-2              | Горючие газы и пары, а также их смеси, создающие взрывоопасные концентрации                            | Воздух производственных помещений   | Прибор постоянного циклического действия.<br>Длительность цикла - ( $45 \pm 5$ ) с. Сигнальная точка - 20 % НКПР   | $\pm 10$ % НКПР   | 1ExdIICT5                               |

