

УДК 004.416.6

*Жемчужников Александр Владимирович, студент  
3 курс, институт управления и комплексной безопасности  
Академия государственной противопожарной службы*

*Россия, г. Москва*

*Тумасов Николай Владимирович, студент  
3 курс, институт управления и комплексной безопасности  
Академия государственной противопожарной службы*

*Россия, г. Москва*

*Бабин Иван Вадимович, студент  
1 курс, институт управления и комплексной безопасности  
Академия государственной противопожарной службы*

*Россия, г. Москва*

*Тиунов Роман Евгеньевич, студент  
1 курс, факультет заочного обучения  
ФГБВОУ ВО АГЗ МЧС России*

*Россия, г. Москва*

## **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОБНАРУЖЕНИЮ ГОРЮЧИХ ВЕЩЕСТВ В ПОМЕЩЕНИЯХ И НА ОТКРЫТОЙ МЕСТНОСТИ**

*Аннотация:* Статья посвящена экспериментальным исследованиям показателей загрязнения воздуха на промышленных объектах. Исследование проводится для разработки автоматизированного комплекса для мониторинга состояния объектов промышленности, сбора данных об экологической обстановке, предупреждения лесных пожаров на ранней стадии. Полученные данные позволят откалибровать комплекс и настроить его для работы на промышленных объектах.

**Ключевые слова:** мониторинг, автоматизированный робототехнический комплекс, промышленная безопасность, пожарная безопасность, техносферная безопасность, робототехника, системы обнаружения;

**Annotation:** *The article is devoted to experimental research of danger contaminant in environment of manufacture objects. This research need for development of automated-robotic complex for monitoring manufacture objects, condition of environment, pre –warnings forest fires. Collected data need for setup, installation and calibration management systems.*

**Key words:** *monitoring, automated robotic complex, industrial safety, fire safety, technosphere safety, robotics, detection systems.*

Для экспериментальных исследований по обнаружению горючих веществ в помещениях и на открытой местности был разработан лабораторный стенд для считывания аналогового сигнала с датчиков-газоанализаторов и перевода аналогового сигнала в показания концентрации газа в окружающей среде.

Для создания лабораторного стенда был выбран основной датчик газоанализатор MQ-2. Этот датчик строится на принципе полупроводников. А именно на изменении сопротивления поверхностного слоя, при контакте с определяемым газом. Определяющая функция устройства основана на свойстве керамической трубки, оксида алюминия и диоксида олова. Распознавание конкретного газа зависит от состава чувствительного слоя. Выбор данного датчика был обусловлен широкой распространенностью а также огромным количеством примеров и библиотек, которые позволили решить поставленные задачи. Из всей серии датчиков MQ была выбрана именно вторая версия из за широкого спектра действия, который позволит настроить лабораторный стенд на определение максимального количества видов горющих веществ. Для обеспечения работоспособности датчика и его

корректной работы необходимо было создать периферию. Самой важной частью лабораторного стенда является платформа Arduino на базе микропроцессора Atmega32. Стандартные способы считывания аналогового сигнала позволяют считать показания в границе от 0 до 1024. Эти цифры относятся к напряжению в общей цепи 0v-5v. Где 0v это 0 значение, А 5v-1024. Данный показатель лишь косвенно способен определить концентрацию горючих веществ в окружающей среде. Для перевода дынных показателей в значения концентрации газа был написан программный код.

Для фильтрации полученных значений от случайных шумов и колебаний было решено использовать фильтр Калмана. Данный математический прием используется во многих сферах. Фильтр Калмана непосредственно применяется в теории управления и соответственно незаменим в системах принятия решения и в управленческих системах. Фильтр Калмана способен учитывать максимально полный спектр данных. Благодаря внутреннему математическому аппарату для расчёта текущего состояния системы нельзя обойтись без текщего значения, а также предыдущих выходных показателей. Таким образом, фильтр Калмана, по своей структуре является рекурсивным фильтром, но отличается от остальных похожих фильтров тем, что пользуется оценками неопределенности Байеса условной вероятности. Фильтр Калмана состоит из двухэтапного алгоритма. На первом этапе специальными приемами экстраполируются значения переменных и неопределённости. А На втором уточняется результат экстраполяции. Благодаря цикличности алгоритма, есть возможность отслеживать состояние объекта в реальном времени. Таким образом фильтр дает точную оценку условной вероятности распределения состояния системы.

Так горючих веществ в помещениях и на открытой местности были достигнуты договоренности с руководством ФГКУ «Специальное управление ФПС №37 МЧС России». Серия экспериментов проводилась в рамках плановых учений личного состава специальной пожарно-спасательной части

№1. В рамках исследований были выбраны максимально распространенные в производстве газы. А именно метан, метанол и бутан.

Метан (CH<sub>4</sub>) - газ, без вкуса, цвета, запаха. Плотность по воздуху 0,554. Хорошо горит, почти бесцветным пламенем. Температура самовоспламенения 537°С. Предел взрываемости 4,4-17%. ПДК в воздухе рабочей зоны 7000 мг/м<sup>3</sup>. Отравляющих свойств не имеет. Признаком удушья при содержании метана 80% и 20% кислорода является головная боль. Опасность метана является в том, что при сильном увеличении содержания метана, уменьшается содержание кислорода. Опасность отравления уменьшается тем, что метан легче воздуха, и, когда потерявший сознание человек падает, он попадает в атмосферу более богатую кислородом. Метан – газ удушающего действия, поэтому после приведения пострадавшего в сознание (если пострадавший потерял сознание) необходимо произвести ингаляцию 100% кислородом. Дать пострадавшему 15-20 капель валерианы, растереть тело пострадавшего. Фильтрующих противогазов от метана не существует.

Метанол-Прозрачная жидкость, по запаху и вкусу напоминает винный спирт, смешивается с водой в любых соотношениях, легко воспламеняется. Пары метанола в смеси с воздухом – взрывоопасны. Предел воспламеняемости метанола в воздухе от 5,5% до 36% (объемной доли). По степени воздействия на организм человека относится к 3 классу опасности по санитарным нормам. ПДК метанола в воздухе рабочей зоны производственных помещений 5 мг/м<sup>3</sup>. Метанол – сильный яд, действующий преимущественно на нервную и сосудистую системы, в организм человека проникает через дыхательные пути и кожу. Опасен прием метанола внутрь: от 5 до 10г вызывает тяжелое отравление, а 30г – смертельная доза. Симптомы отравления метанолом – головная боль, головокружение, тошнота, рвота, боль в желудке, общая слабость, раздражение слизистой оболочек, мелькание в глазах, а в тяжелых случаях – потеря зрения и смерть. Скрытый период отравления после приема метанола внутрь или вдыхание паров, т.е. период относительного

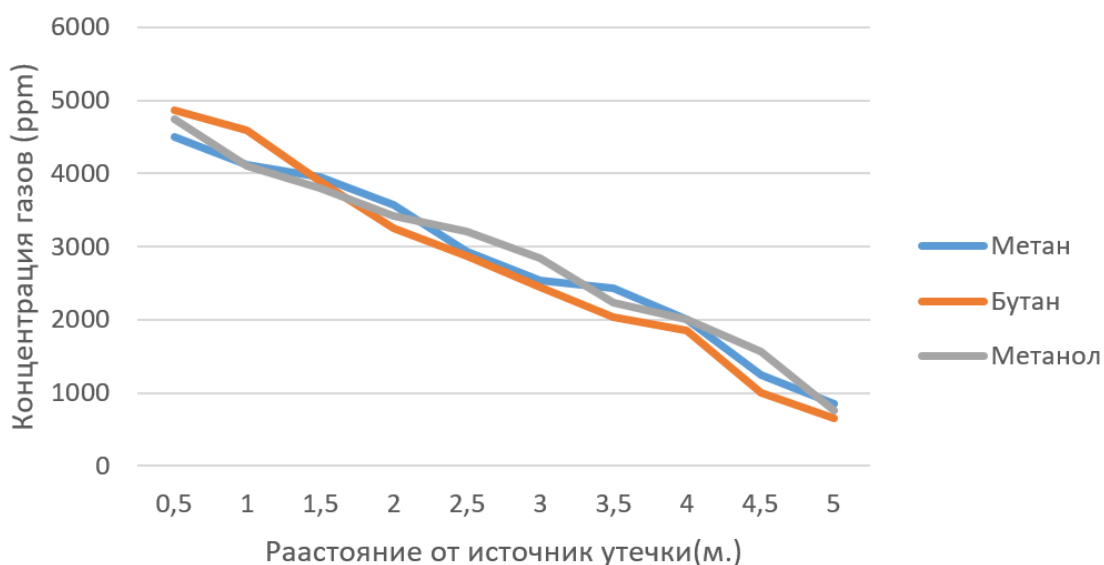
благополучия, может длиться от нескольких часов до двух суток (от 1 до 48 часов), в зависимости от исходящего состояния пострадавшего, принятой дозы, индивидуальных особенностей организма и других факторов, таких как например, предварительное употребление этилового спирта, который является антагонистом метанола, чувствительность к метанолу даже у одного и того же человека весьма непостоянна. Для исключения возможности употребления метанола внутрь в него добавляют хорошо растворяющийся краситель темного цвета из расчета 2-3 л на 1000 л метанола, допускается также применение порошкообразного водорастворимого красителя.

Бутан (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>)- Бесцветный, горючий, взрывоопасный газ, без цвета и вкуса, Плотность – 2,07 г/см<sup>3</sup>. Концентрационные пределы воспламенения от 1,5% (об) до 8,5% (об) в воздухе. Температура самовоспламенения 406°С. ПДК в рабочей зоне 300 мг/м<sup>3</sup>. Он относится к IV санитарному классу опасности. Оказывает наркотическое действие, вызывает головную боль, головокружение, тошноту, слабость, боли в области сердца. При концентрации 20% и более вызывает удушье. Температура вспышки – минус 69°С; температура самовоспламенения -405°С. Возможные места скопления – ограниченные/замкнутые пространства, пониженные места, земляные выработки, колодцы, ливневая канализация, канализационные каналы на площадках с технологическим оборудованием и т.д.

Для того чтобы получить необходимую информацию были проведены две серии тестов в открытых помещениях и в закрытых. Для газоанализаторов работающих в закрытых помещениях существуют определенные требования. Места установки систем обнаружения газов должны устанавливаться с учетом воздушных потоков и путей вентиляции, а также с учетом мест наиболее вероятных утечек. Во время проведения замера необходимо максимально минимизировать факторы, которые могут повлиять на результаты. Например производить замер через трубку, чтобы исключить влияние сквозняков.

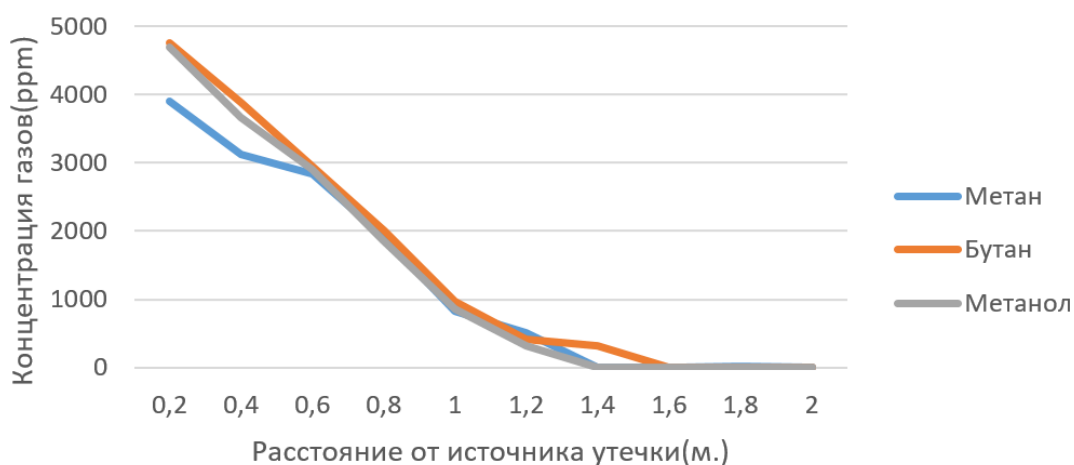
Таким образом в ходе испытаний были получены следующие данные.

## Исследование горючих веществ в помещениях



**Рисунок 1. Исследования горючих веществ в помещениях**

## Исследование горючих веществ на открытой местности



**Рисунок 2. Исследования горючих веществ на открытой местности**

### **Использованные источники:**

1. Аполлонский, С.М. Теоретические основы электротехники. Практикум / С.М. Аполлонский. - М.: КноРус, 2016. - 142 с.
2. Базы данных: Описание данных и работа с записями на языке SQL в СУБД MS Access 2007 / Коллектив авторов. - М.: Бибком, 2013. - 826 с.
3. Заенчковский, А.Э. Контролинг информационных потоков в инновационных территориальных промышленных кластерах / А.Э. Заенчковский. - М.: Синергия, 2017. - 930 с.