

Разработка системы аварийного освещения на базе микроконтроллера со средствами дымообнаружения и мобильной связи¹

Ш. МУХЕРДЖИ¹, П. САТВАЙЯ², С. МАЗУМДАР³

¹ Джадавпурский университет, Колката, Индия

² Школа науки, техники и проектирования освещения Джадавпурского университета, Колката, Индия

³ Электротехнический факультет Джадавпурского университета, Колката, Индия
E-mail: smshibabrata@gmail.com

Аннотация

Описана система аварийного освещения на основе микроконтроллера, которая может на ранней стадии обнаруживать возгорание и передавать сигнал пожарной тревоги через мобильную сеть. Это достигается с помощью технологии газодымовых датчиков с интегрированным микроконтроллером, мобильной связью и аварийным освещением светодиодами. Первые пять минут с момента возгорания важнее, чем последующие пять часов [1]. То есть важно как можно раньше обнаруживать возгорание и начинать тушить пламя в момент его возникновения. Во многих опасных зонах, где имеют дело с огнеопасными материалами, любая утечка газа или рассыпание горючих материалов могут вызывать формирование взрывоопасной атмосферы. При этом раннее обнаружение утечки газа или дыма важно, так как сокращает количество возможных жертв и травм в результате пожара. На практике пожаротушение должно начинаться с помощью переносных огнетушителей вслед за обнаружением огня, и о пожаре необходимо сообщать в службу пожарной охраны. Рассматриваемая система позволяет начинать тушить пожар сразу после обнаружения возгорания с передачей сообщения об этом жителям дома и включением аварийного освещения для указания пути эвакуации.

Ключевые слова: светильник аварийного освещения, путь эвакуации, газодымовой датчик, опасная зона, мобильная связь.

1. Введение

Комбинированная система дымообнаружения с аварийным освещением

ем (АО) и системой связи может спасти жизнь людей при пожаре в жилом доме, ведомственном здании или кинотеатре. Дым распространяется очень быстро, и прекращение подачи электроэнергии происходит немедленно; при этом срабатывает дымовая пожарная сигнализация и включается светильник аварийного освещения (CAO), указывающий путь эвакуации. Основная цель системы обнаружения состоит в том, чтобы: срабатывание происходило как можно быстрее; преобразовывать реакцию системы в срабатывание автоматической аварийной сигнализации; передавать SMS сигнал тревоги; немедленно включать CAO для обеспечения безопасной эвакуации людей и перемещения важных документов в безопасную зону [2]. CAO имеет аккумуляторное питание и включается через реле. Рассматриваемая система может обнаруживать дым и утечку различных газов, в частности сжиженного нефтяного газа, метана, бутана и любых других газов нефтяного происхождения. Система передаёт SMS сообщение, оповещающее об аварийной ситуации, чтобы люди с помощью CAO могли быстро эвакуироваться. Она легко монтируется, весьма проста в эксплуатации, имеет довольно большой срок службы, а также более надёжна и компактна по сравнению с предшествующими решениями. Система разработана в светотехнической лаборатории Джадавпурского университета.

2. Необходимые аппаратные компоненты

Для работы системы требуются: 1) газодымовой датчик (MQ2), для обнаружение дыма и газа; 2) плата микроконтроллера для управления системой в целом; 3) GSM модуль для мобильной связи; 4) 5-В реле для включения

CAO; 5) CAO со светодиодом, указывающий путь эвакуации; 6) источник постоянного тока для питания CAO в аварийной ситуации; 7) ЖК-дисплейный модуль для отображения информации о наличии газа или дыма; 8) транзистор для коммутации; 9) 12-В блок питания GSM модуля; 10) тревожная сирена; 11) небольшой светодиод для проверки правильности срабатывания цепи реле.

3. Принцип работы модуля газодымового датчика

На рис. 1 показана блок-схема функционирования модуля газодымового датчика. В рассматриваемой системе преимущественно используются модули газодымового датчика полупроводникового типа. Чувствительным веществом газодымового датчика служит SnO_2 . Первоначально, когда воздух чист, электропроводность межэлектродного промежутка датчика невелика, так как его сопротивление составляет порядка 50 кОм и расстояние между электродами не меняется. Сигнал на инвертирующем входе компаратора больше, чем на неинвертирующем. Звуковой сигнал и светодиод индикатора выключены. В случае возгорания, когда датчик заполняется дымом, сопротивление датчика снижается до 5 кОм и проводимость межэлектродного промежутка возрастает [3]. Это приводит к росту сигнала на неинвертирующем входе компаратора по сравнению с инвертирующим входом, и сигнал на выходе компаратора возрастает. Светодиодная сигнализация и звуковой сигнал включаются, тем самым оповещая о наличии дыма. Чувствительность газодымового датчика регулируется потенциометром.

4. Микроконтроллер, используемый в системе

В этой системе используется микроконтроллер с платой «ARDUINO UNO», построенной на чипе «ATmega328P». Она имеет 14 цифровых пинов входа/выхода. Из них 6 пинов можно использовать как ШИМ выходы. При этом входное напряжение – 7–12 В постоянного тока, рабочее напряжение – 5 В постоянного тока, ток на входных и выходных пинах – 40 мА, ток на 3,3-вольтовых пинах – 50 мА, количество аналоговых входов – 6, кварцевый кристалл – на

¹ Перевод с англ. Г.Г. Горелова

16 МГц, тип разъёма – *USB*; имеются разъём питания, монтажная плата с выводами внутрисхемного программирования и кнопка сброса [4].

5. Обеспечение связи между газодымовым датчиком, микроконтроллером и аварийным освещением

Газодымовой датчик с АО внедрён в эту систему в целях безопасности и может использоваться в любом здании. Это достигается с помощью технологии газо- и дымообнаружения и интеллектуального использования интегрированного микроконтроллера, мобильной связи и САО со светодиодом. При этом используется светодиод, питаемый от аккумулятора с током 0,25 А и напряжением 3 В. На рис. 2 показана принципиальная схема использования микроконтроллера для сопряжения газодымового датчика с САО.

При разработке системы газо- и дымообнаружения возникла необходимость непрерывного мониторинга параметров датчика. Эта комбинированная система с САО и системой связи может непрерывно мониторить уровень наличия дыма (из-за возгорания) или газа (из-за утечки). Это достигается путём непрерывного сканирования цифрового выхода (D_0) датчика. Если воздух чист, что является признаком отсутствия дыма или утечки газа, уровень сигнала на этом цифровом выходе датчика велик, а проводимость между электродами датчика мала. Если возникают дым или утечка газа, то проводимость между электродами датчика возрастает, уровень сигнала на цифровом выходе (D_0) датчика снижается, в результате чего передаётся *SMS* оповещение об аварии и включаются тревожная сирена и САО [5].

Когда возникает аварийная ситуация, с помощью команд управления модемом посылаются тревожные *SMS* оповещения. Соответствующая программа формирует набор сигналов этого оповещения, на базу транзистора $Q1$ подаётся импульс повышенной мощности, вызванный наличием дыма или газа, транзистор включается или смещается в прямом направлении и включает тревожную сирену, соединённую с определённым пином микроконтроллера. Как только система обнаруживает дым или утечку газа,

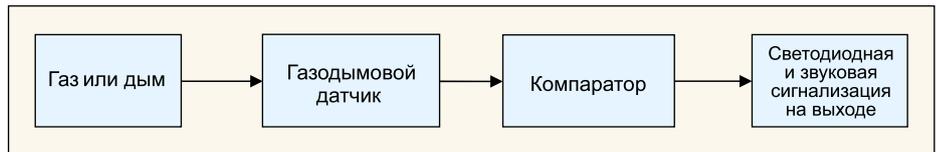


Рис. 1. Блок-схема модуля газодымового датчика

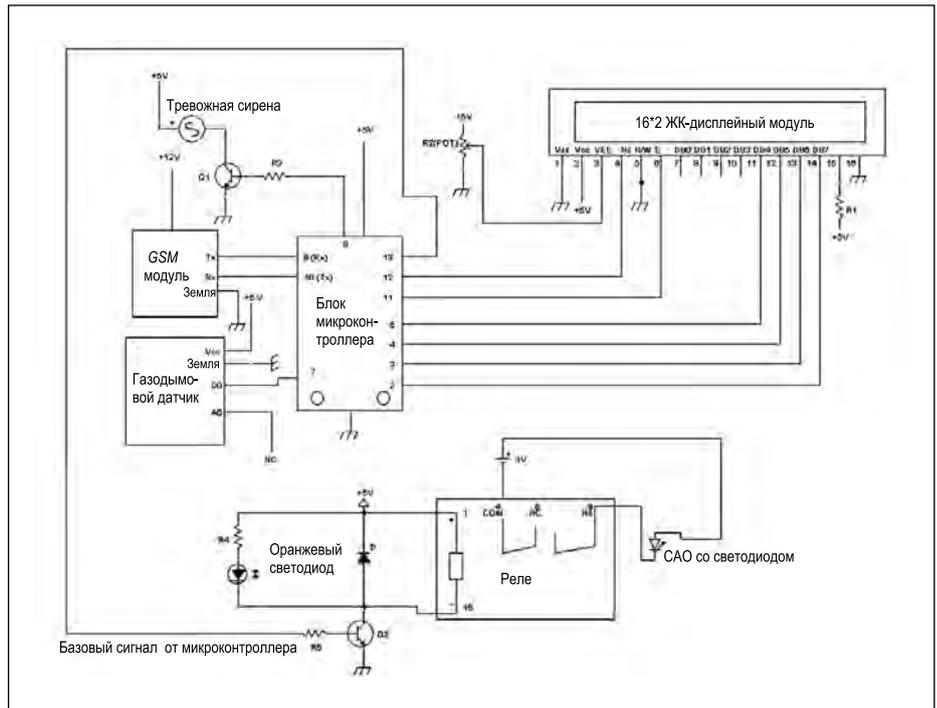


Рис. 2. Принципиальная схема использования микроконтроллера для сопряжения газодымового датчика со светильником аварийного освещения

по сети передаётся числовой набор *SMS* оповещения. При возникновении такой ситуации люди должны принимать соответствующие меры для прекращения возгорания и утечки газа.

После отправки *SMS* оповещения система активирует включение САО, а после прекращения наличия дыма или утечки газа система автоматически реактивирует *SMS* оповещение путём сброса *SMS* отчёта на ноль. На рис. 3 представлена блок-схема сопряжения газодымового датчика с САО. Когда на базу транзистора $Q2$ в результате обнаружения дыма или газа поступает импульс повышенной мощности, транзистор включается или смещается в прямом направлении; на реле также подаётся напряжение, и состояние «нормально замкнуто» меняется на «нормально разомкнуто»; САО включается.

В этой схеме используется небольшой оранжевый светодиод, служащий для проверки правильности работы цепи реле (правильно ли запитана цепь реле при наличии дыма или газа). Когда наличия дыма или утеч-

ки газа нет, на базу транзистора подаётся слабый импульс, на транзистор подаётся обратное смещение, и реле обесточивается. В этой ситуации состояние реле «нормально разомкнуто» меняется на «нормально замкнуто». На рис. 4 показана экспериментальная установка с микроконтроллером для сопряжения газодымового датчика с САО.

6. Преимущества системы

Разработанная нами комбинированная система газодымообнаружения с АО обладает следующими достоинствами:

- САО со светодиодом имеет продолжительный срок службы, небольшие размеры, высокую энергоэффективность и хорошую заметность благодаря монохроматическому жёлтому свету светодиода. При надлежащем обслуживании система может работать в течение длительного периода времени.
- Система легко монтируема и очень проста в эксплуатации.

Рис. 3. Блок-схема сопряжения газодымового датчика со светильником аварийного освещения

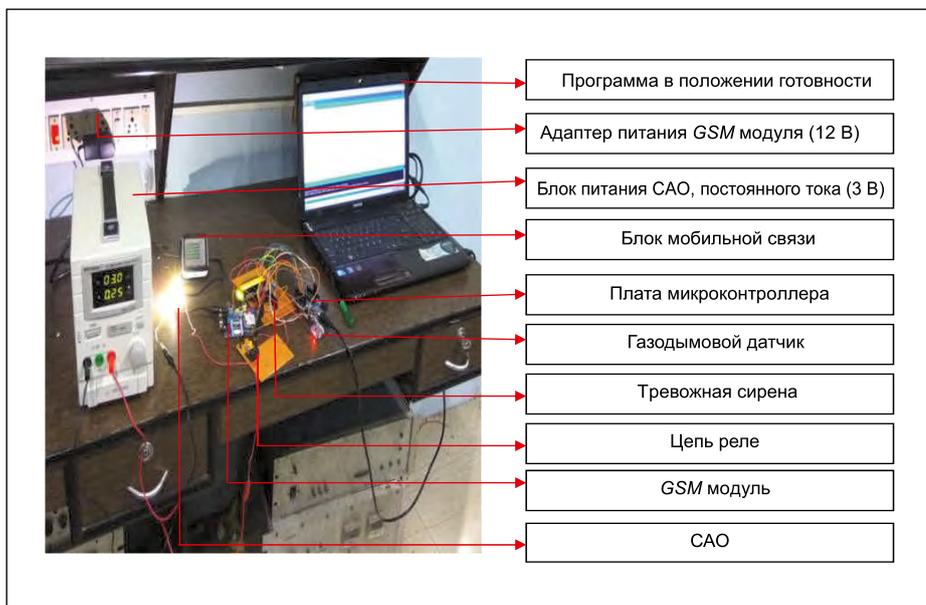
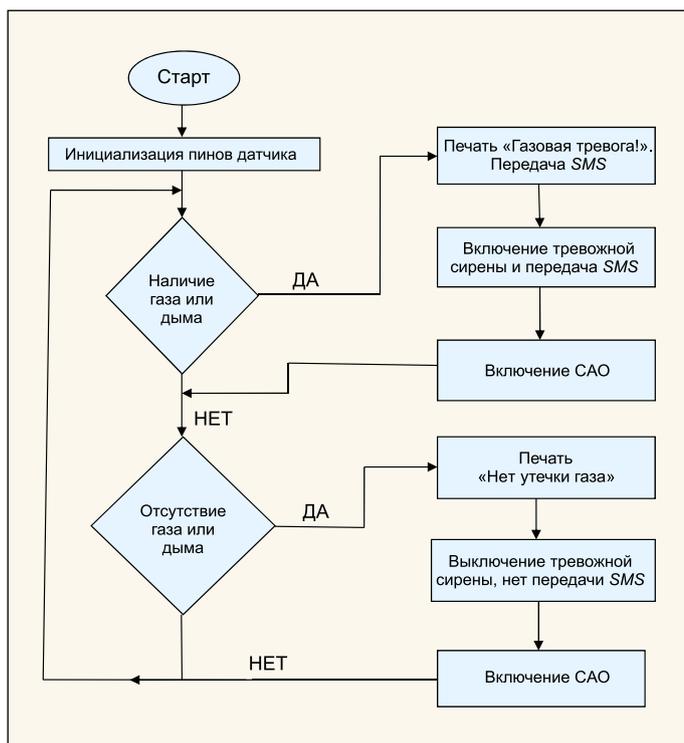


Рис. 4. Экспериментальная установка с использованием микроконтроллера для сопряжения газодымового датчика со светильником аварийного освещения

- Она надёжно работает в жилых, производственных и торговых помещениях.
- Система обнаруживает утечку различных газов, в частности сжиженных природных газов, метана бутана и других газов нефтяной основы, а также дыма.

7. Недостатки системы

У данной комбинированной системы есть и недостатки:

- Источником питания газодымового датчика с CAO служит аккумуляторная батарея, которая требует регулярной проверки, обслуживания и замены. С разряженной батареей эти устройства работать не будут.
- Наличие водяного пара в воздухе очень вредно для газодымового датчика, и потому его не следует устанавливать в ванной комнате, парилке или над кухонной плитой. Иначе он может выйти из строя или работать со сбоями.

Газодымовой датчик не следует устанавливать вблизи газовых плит и духовок, иначе это может вызывать ложную тревогу. Но при этом в таких зонах необходим тщательный контроль в плане пожароопасности. В таких случаях систему следует обязательно монтировать в наиболее подходящих местах на стене или на потолке [6].

8. Заключение

В рассмотренной системе газодымовой датчик с CAO оснащается микроконтроллерным устройством. В нашем беспокойном мире риски возрастают из-за человеческой беспечности и безответственности. Сегодня автоматизация и техника безопасности – важнейшие факторы повседневной жизни. Данная система ускоряет решение проблемы бытовой и промышленной автоматизации и проектирования систем безопасности, которые сегодня уже почти полностью стандартизованы. Все хотят жить в возможно более безопасных условиях, и если разработанная нами система получит широкое распространение, она сможет спасти жизнь многих людей благодаря раннему оповещению и указанию пути эвакуации.

В аварийных ситуациях в будущем может использоваться освещение лазерами, которые обеспечат большую чувствительность системы к дыму и вредным газам, чем светодиоды, из-за большей монохроматичности и стабильности лазерного излучения.

Рассмотренная комбинированная система с газодымовым детектором, CAO и системой связи может использоваться не только внутри ведомственных зданий и музеев. По ночам, когда плотность населения в любом месте очень низка, при возникновении пожара снаружи здания огонь может быстро распространяться и охватывать также интерьеры здания (и повредить тем самым важные документы, инструменты, экспонаты).

Рассмотренная комбинированная защитная система может быть эффективна также и при уже распространившемся пожаре, способном очень быстро охватывать жилые дома, нанося значительный ущерб имуществу и самой человеческой жизни. И данная система может предотвращать подобный ущерб собственности, человеческой жизни, природе, лесам и многому др.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. People of Planet Earth and Fire / *Debabrata Biswas*, B.E Mining, Calcutta University, Life Member: M.G.M.I & LPAI.
2. The SLL Lighting Handbook / *Peter Boyce* Ph.D, FSLL, FIESNA & *Peter Raynham* B. Sc M. Sc CEng FSLL MCIBSE MILE.
3. MQ-2 Semiconductor Sensor for Combustible Gas. URL: https://www.pololu.com/file/download/MQ2.pdf?file_id=0J309.
4. URL: www.arduino.org/products/boards/arduino-uno.
5. Gas Leakage Detector using Arduino and GSM Module with SMS Alert and Sound Alarm. URL: <http://www.circuitstoday.com/gas-leakage-detector-using-arduino-with-sms-alert>.
6. The Disadvantages of Smoke Alarms / *Marc Chase*. URL: www.hunker.com/13419400/the-disadvantages-of-smoke-alarm.



Шибабрата Мухерджи (Shababrata Mukherjee), М. Tech техники и проектирования освещения (Джадавпурский университет, 2017 г.). Область научных

интересов: нетрадиционные источники энергии и оптическая связь



Партхасаратхи Сатвайя (Parthasarathi Satvaya), М.Е. светотехники (2008 г.). Доцент Школы науки, техники и проектирования освещения Джадавпурского университета, Колката, Индия. Область научных

интересов: интеллектуальное освещение и электронная измерительная аппаратура



Сасвати Мазумдар (Saswati Mazumdar), Ph.D, профессор электротехники. Профессор электротехнического факультета Джадавпурского университета. Имеет 30-летний

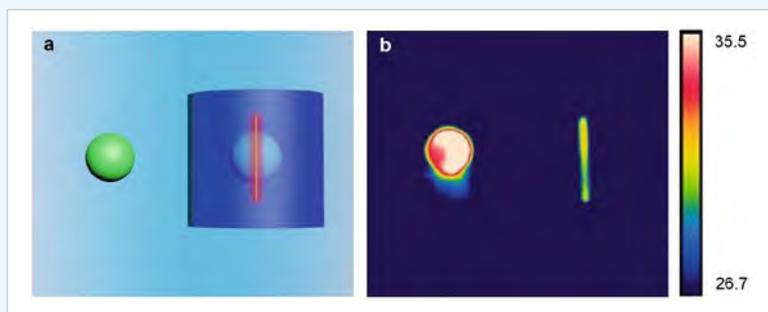
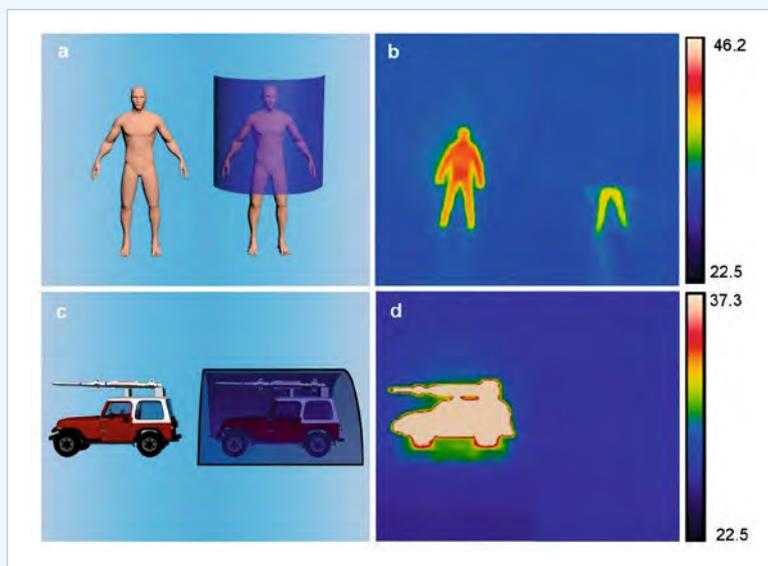
исследовательский и преподавательский опыт работ по светотехнике. Провела в этом вузе модернизацию светотехнической лаборатории и основала магистерские курсы по светотехнике (дневные) и по технике и проектированию освещения (вечерние). Участвовала во многих НИОКР и консультационных проектах по светотехнике и смежным областям

Новый метаматериал делает предметы невидимыми в ИК диапазоне

ИК датчики позволяют видеть цель даже в самой кромешной тьме, замечать и распознавать летающие аппараты и ракеты. Их появление привело к развитию и средств ма-

рых активно отдаёт тепло человеческое тело, что делает материал особенно перспективным для военных.

Для этого использовали «чёрный кремний» – метаматериал, поверх-



скировки объектов от «тепловых» камер. Новый материал, разработанный в Висконсинском университете в Мадисоне, делает их практически невидимыми в ИК диапазоне. О нём рассказывается в статье, опубликованной в журнале *Advanced Engineering Materials* (<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/adem.201800038>).

В самом деле, материалы, снижающие тепловое излучение объектов, уже существуют и даже применяются, однако указанная новинка куда тоньше и легче аналогов. По словам учёных, покрытие тоньше миллиметра поглощает более 95 % ИК излучения с λ от 2,5 до 15,5 мкм. Оно эффективно работает и в среднем, и в дальнем ИК диапазонах, в кото-

рогого выглядит как наноразмерный густой «лес» из крошечных вертикальных столбиков. Он действительно известен способностью поглощать излучение в видимом и ИК диапазонах. При этом удалось усовершенствовать метод изготовления метаматериала, получив более длинные и высокие наностолбики и внедрив в них наночастицы серебра. В результате он стал ещё эффективнее поглощать фотоны ИК диапазона.

Наконец, авторы интегрировали в метаматериал миниатюрные ИК излучатели, контролируя работу которых, можно создавать ложный образ объекта, сбивая с толку системы противника.

naked-science.ru/
25.06.2018