

ПОИСКОВЫЙ РОБОТ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ УТЕЧЕК ГАЗА

Алтышкин А.В.

г.Сызрань, ГБОУ СОШ №5, 9 класс

Руководитель: Альмеев Р.И., Филиал САМГТУ в г. Сызрани,
кандидат технических наук доцент кафедры „ТЭиРТС”

Актуальность

Роботизация диагностики шахт и рудников является актуальной на сегодняшний день. Летального исхода добывающих шахтах можно было бы избежать при использовании робота, способного определять загазованность помещений. Он способен своевременно оповещать о повышении концентрации метана, опасного для жизни человека на конкретной территории.

Проблема. В настоящее время большая часть смертей в шахтах происходит из-за утечек газа.

Цель: Разработать конструкцию мобильного робота для контроля утечек газа

Задачи:

1.Провести обзор литературных источников по проблеме контроля утечек газов в угольных шахтах и способах ее решения

2.Предложить способ контроля утечек газов в угольных шахтах с использованием мобильного робота

3.Спроектировать конструкцию и разработать ПО для мобильного робота

4.Изготовить опытный образец (макет) мобильного робота и провести его испытание

1. Содержание газа в угольных шахтах

Содержание кислорода в воздухе выработок, в которых находятся или могут находиться люди, должно составлять не менее 20% (по объему). Содержание водорода в зарядных камерах не должно превышать 0,5%. Концентрация вредных газов в воздухе действующих подземных выработок не должна быть выше предельно допустимой, приведенной в табл. В случае применения материалов или технологических процессов, при которых возможно выделение других вредных веществ, контроль за их содержанием должен осуществляться в соответствии с требованиями государственных стандартов. Перед допуском людей в выработку после взрывных работ содержание вредных газов, не должно превышать 0,008% по объему в пересчете на условный оксид углерода. Такое разжижение вредных газов должно достигаться не более чем за 30 мин после взрывания зарядов. При проверке достаточности разжижения вредных продуктов взрыва 1 л диоксида азота следует принимать эквивалентным 6,5 л оксида углерода.

Контроль концентрации метана в газовых шахтах должен осуществляться во всех выработках, где может выделяться или скопиться метан. Места и периодичность замеров устанавливаются начальником участка ВТБ и утверждаются главным инженером шахты.

Состояние воздушной среды в рабочих помещениях оценивают содержанием характерных для данного производства вредных веществ (С) и сопоставлением найденных значений с величинами соответствующих предельно допустимых концентраций (ПДК), выраженных в одних и тех же размерностях (мг/м³)

Состояние воздушной среды считается соответствующим требованиям санитарных норм, если отношение величин фактических концентраций вредных веществ к предельно допустимой не превышает единицы

При наличии в воздухе рабочих помещений нескольких вредных веществ с однонаправленным токсическим действием состояние воздушной среды оценивают суммированием безразмерных величин, характеризующих отношение фактических концентраций токсических веществ к их ПДК.

2. Жертвы утечек газов в угольных шахтах в России и В Китае

Шахта «Ульяновская» 2007 год.	110 погибших
Шахта «Распадская» 2010 год.	91 погибший
Шахта «Зыряновская» 1997 год.	67 погибших
Шахта «Тайжина» 2004 год.	47 погибших
Шахта «Юбилейная» 2007 год.	39 погибших
Шахта «Северная» 2016 год.	36 погибших
Шахта «Центральная» (Копейск) 1993 год.	28 погибших
Шахта «Центральная» (Воркута) 1998 год.	27 погибших

продолжение табл.	
«Чэньцзяшань» 2004	166 погибли
«Суньцзявань» 2005	210 погибли
«Синьсин» 2009	108 погибли
«Бабао» 2013	11 погибли
“Сычжуан” 2011	35 погибли
«Гоминь» 2010	43 погибли
“Чунцин” 2009	25 погибли
«Чаньюань» 2006	32 погибли
Шахта «Есаульская» 2005 год.	25 человек

3. Альтернативные виды роботов

Вариант 1. Поиск и обнаружение утечек газа на промышленных и коммунальных объектах крайне важный аспект обеспечения безопасности людей и сохранности оборудования. Обнаружение утечки газа производится как стационарными газовыми детекторами, так и ручным обследованием с использованием газовых течеискателей. Квалифицированный персонал, пользуясь детектором утечки газа, производит обход и сканирование газового оборудования и газопроводов.

Робот, созданный для автоматического обследования объектов нефтегазовой инфраструктуры с целью дистанционного обнаружения и локализации утечки газа, в автоматическом режиме совершает проезд по заранее проложенному маршруту и производит дистанционные замеры концентрации газа в непосредственной близости от мест возможной утечки.

Измерение концентрации газа производится лазерным лучом методом атомно-абсорбционной спектроскопии. Поскольку измерения производятся точно, прибор установлен на подвижной платформе 3х степеней свободы. Гиросtabilизированная платформа позволяет производить быстрое и высокоточное сканирование.

На подвижной платформе также размещены две камеры – видимого и инфракрасного спектра – которые обеспечивают получение двух спектрального изображения утечки и позволяют точно определить ее местоположение на части оборудования. Изображение с этих камер передается оператору через WiFi вместе с показаниями дистанционного измерителя утечки газа. В случае высокой концентрации газа, оператору подается сигнал тревоги.

Для обеспечения наилучшего результата и учета влияния ветра, мобильный робот оснащен анемометром.

Робот обнаружения и локализации утечек газа, созданный на базе автономного робота SRX1, позволяет с минимальными затратами проводить регулярные инспекции газовой инфраструктуры, газопроводов без непосредственного участия человека. Своевременно обнаружить скрытые угрозы и тем самым предотвратить, возможно, несоизмеримо большие потери. Использование робота целесообразно на объектах с малым количеством персонала или безлюдных газовых станциях.



Вариант 2. Частью, обеспечивающей передвижение, является шагающий восьминогий робот. Шагающий робот – это машина относительно медленная в перемещении. Ее скорость зависит от числа ног, которое имеет машина. Корпус робота вмещает все необходимые подсистемы робота и обеспечивает место для крепления 8 ног. При шагающем движении робот попеременно опирается на четыре из восьми ног: две несмежные ноги с одной стороны корпуса и две несмежные с другой. Корпус робота и расположение ног позволяют передвигаться по шахте. Для шагающего робота необходима нога, обеспечивающая контакт с землей в точке. Таким образом, можно использовать ногу с 3 степенями свободы. У манипулятора робота имеется газовый датчик, который используется для обнаружения утечки газа в шахте. Данный датчик быстро распознает метан, природный газ, сжиженный природный газ, при этом он не реагирует на запах алкоголя и дыма. При обнаружении роботом утечки газа, его местонахождение отмечается в базе данных системы. Затем следует анализ состава. В случае повышенной концентрации газа поступают сигналы тревоги. Конструкция газового датчика показана на рис. 2, датчик состоит из керамической трубки, слоя, распознающего газ, измерительного электрода и нагревательной катушки, фиксируемых в корпусе сеткой из нержавеющей стали. Нагревательная пружина обеспечивает необходимые условия работы для чувствительных компонентов. Датчик имеет 6-контактов, 4 из них используются для распознавания сигналов, а оставшиеся 2 используются для подачи тока накаливания.



Робот можно применять для исследования шахт и рудников в процессе работы шахтеров для диагностики загазованности

пространства. В настоящее время существует необходимость заблаговременного обнаружения и устранения утечки или наличия газа, поэтому робототехническая операция актуальна для проведения подобного рода работ. Возможно использование в труднодоступных местах шахты или рудника для точного мониторинга состояния безопасности участка. В этом случае робот имеет преимущество перед другими видами контроля.

4. Плюсы и минусы вариантов

Плюсы 1 варианта	Минусы 1 варианта	Плюсы 2 варианта	Минусы 2 варианта
Измерение концентрации газа производится лазерным лучом методом атомно-абсорбционной спектроскопии.	Не практичная система передвижения	Мобильность	Малая проходимость
позволяет с минимальными затратами проводить регулярные инспекции газовой инфраструктуры, газопроводов без непосредственного участия человека.	Малая проходимость из-за того что робот построен на основе из колес	Данный датчик быстро распознает метан, природный газ, сжиженный природный газ, при этом он не реагирует на запах алкоголя и дыма.	Высокий шанс сбоя из-за передвигательной системы
На подвижной платформе также размещены две камеры – видимого и инфракрасного спектра – которые обеспечивают получение двух спектрально-го изображения утечки и позволяют точно определить ее местоположение на части оборудования.	Использование робота целесообразно на объектах с малым количеством персонала или безлюдных газовых станциях.	В случае повышенной концентрации газа поступают сигналы тревоги	При сбое одной опоры робот не способен продолжать движение
		Нагревательная пружина обеспечивает необходимые условия работы для чувствительных компонентов.	

5. Не передвижные датчики

Характеристики неподвижных датчиков

В настоящее время в шахтах зачастую используют не передвижные системы вычисления утечек газов, однако я считаю что роботы более практичны и менее затратны. Датчики по характеристикам должны быть расположены на всем периметре. Робот может проехать все помещение.

В данной таблице можно рассмотреть все характеристики не передвижных газоанализаторов

Датчики	MH-440D	MH-410D	MH-490W	MH-Z12
Рабочее напряжение	3.5 ~ 5.5V DC	3.5 ~ 5.5V DC	3.5 ~ 5.5V DC	4-6V
Потребляемый ток	75 ~ 85mA	75 ~ 85mA	75 ~ 85mA	максимальный <100mA; средний <50mA
Детектируемый газ	Метан и CO2			
Диапазон	0~5%(1~100%)	0~5%(1~100%)	CH4: 0-100%VOL; CO2: 0-50%VOL	0-5000ppm
Диапазон выходного сигнала	0.4~2V DC	0.4~2V DC	волновой	0.4~2V DC, PWM

продолжение табл.				
Разрешение	1%FSD	50ppm		5ppm(0-2000ppm); 10ppm(2000-5000ppm)
Время разогрева (время ожидания готовности)	90s			
Время отклика	T90<30s			
Диапазон рабочих температур	-20°C ~ 50°C			0°C ~ 50°C
Рабочий диапазон влажности окружающего воздуха	0~95% RH		0~99% RH	0~90% RH
Срок эксплуатации (ожидаемый оценочный срок службы)	5 лет			
Размеры	20x16.6мм	20x16.6мм	20x16.6мм	60x65мм

Датчики	MH-Z14	MH-Z92	MH-740	MH-710
Рабочее напряжение	4-6V	3.5~5.5V DC	4.5~5.5V DC	3.5~5.5V DC
Потребляемый ток	максимальный <100mA; средний<50mA		средний 120mA	
Детектируемый газ	Метан и CO2			
Диапазон	0-10000ppm	0-100% CH4	0~5% (0~100%)	0~2000ppm (0~100%)
Диапазон выходного сигнала	0.4~2V DC, PWM	0-50% CO2	ПС	ПС
Разрешение	5ppm(0-2000ppm); 10ppm(2000-5000ppm); 20ppm(5000-10000ppm)	0.4~2V DC,PWN	1%FSD	5ppm
Время разогрева (время ожидания готовности)	90s			
Время отклика	T90<30s	T90<10s	T90<30s	T90<30s
Диапазон рабочих температур	0°C ~ 50°C		-40°C ~ 70°C	
Рабочий диапазон влажности окружающего воздуха	0~90% RH	0~95% RH		
Срок эксплуатации (ожидаемый оценочный срок службы)	5 лет			
Размеры	35x57мм	83x51x18мм	44x60мм	44x60мм

Практическая часть

6. Сборка робота танка

Сборка была произведена по методической книжке, после конструкция была немного изменена (добавлены датчики и шилды)

1 шаг.

В начале я собрал крепления под моторы и соединил их с гусеницами. Соединение моторов и опоры производил с помощью шурупов М4*12ММ М2*8ММ и специальной насадкой Cooper Coupler.

2 шаг

Следующий шаг – соединение моторов с танковым драйвером на котором держатся гусеницы. Сборка осуществляется с помощью шурупов М4*12mm. Далее собираем колесо на котором будут крутиться гусеницы. Соединяем его с креплением с помощью шурупа М4*50ММ фланцевого подшипника и медного „куста”

3 шаг вставляю обе конструкции получившиеся в ходе 1 и 2 шага в гусеницу.

В итоге получил конструкцию



4 шаг. Прodelываем все те же операции и конструируем вторую гусеницу.

5 шаг. Крепим опоры двигателей в одну шурупами М4*35ММ и гайками М4 Nuts.

С помощью медных кустов М3*45ММ соединяем основную опору платы и опору двигателей.

В пластине на которой держится плата расположены отверстия для установления платы и датчика расстояния. Крепим их с помощью шурупов М3*8ММ.

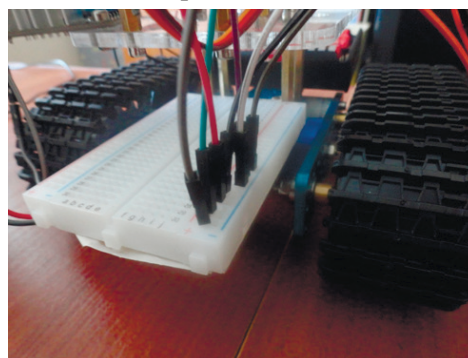
6 шаг. Под платой разместил блок питания на 3 батарейки.



7 шаг. Дополнения: в ходе испытаний 1 плата arduino вышла из строя. В ходе исследования я пришел к выводу что решить мою проблему можно с использованием кнопки, которая не допускает ток до платы раньше чем нужно.



8 шаг. В процессе подсоединения датчиков я понял что мне не хватает питания 5v и массы (gnd). Данную проблему я решил с помощью макетной платы. Я перенес на плюсовую линию питания, а на минусовую заземление. Макетная плата была размещена ниже датчика расстояния.



7. Характеристика робота танка

1. Мини-танк робот-это система обучения прикладного применения микроконтроллера на основе

Arduino. Он обладает такими функциями, как ультразвуковое Предотвращение препятствий, Bluetooth-пульт дистанционного управления. Этот комплект

Содержит много интересных программ. Его можно также расширить с помощью внешних модулей, чтобы иметь другие функции.

2. Параметры

1. Двигатель параметры: 6 В, 150 об./мин.

2. Использую модуль драйвера L298N для управления двигателем.

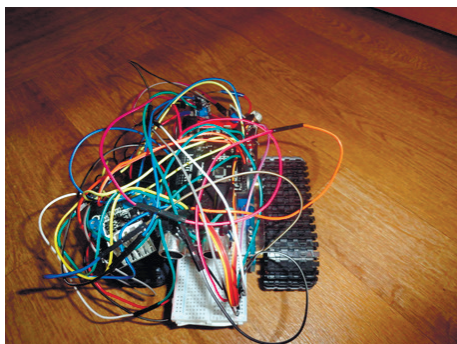
3. Оснащен ультразвуковым модулем, может обнаружить, есть ли препятствия впереди.

Расстояние между танковым роботом и препятствиями для реализации функции предотвращения препятствий.

4. Оснащен bluetooth беспроводным модулем, может дистанционно управлять роботом после сопряжения с мобильным телефоном Bluetooth.

5. Может быть подключен к внешнему источнику питания 7 ~ 12 В; с различными модулями датчиков,

Он может реализовать различные функции.



8. Датчики газа

Датчик MQ-2 определит концентрацию углеродородных газов

Датчик построен на базе полупроводникового газоанализатора MQ-6. На логический выход датчик выдает аналоговый сигнал, пропорциональный содержанию определяемых газов в окружающей среде.

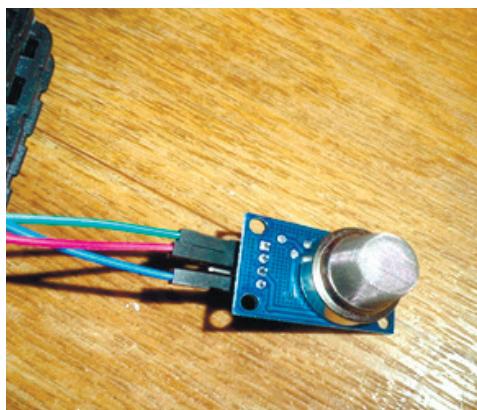
В газоанализатор встроен нагревательный элемент, который необходим для химической реакции: во время работы сенсор будет горячим – это нормально.

Мы предусмотрели возможность контроля нагревательного элемента сенсора через отдельную группу контактов.

Можно использовать разное напряжение для логики датчика и работы нагревателя. А еще – программно включать и выключать нагреватель, что значительно продлит время автономной работы устройства.

Характеристики

- o Напряжение питания нагревателя: 5 В
- o Напряжение питания датчика: 3,3–5 В
- o Потребляемый ток: 150 мА
- o Габариты: 25,4×25,4 мм



Датчик газа, построенный на базе газоанализатора MQ-6 позволяет обнаруживать наличие в окружающем воздухе углеводородных газов (пропан, метан, н-бутан), дыма (взвешенные частицы, являющиеся результатом горения), водорода.

Датчик можно использовать для обнаружения утечек промышленного газа и задымления. Выходным результатом является аналоговый сигнал, пропорциональный содержанию газов, к которым восприимчив газоанализатор. Чувствительность может быть настроена с помощью триммера на плате датчика.

В газоанализатор встроен нагревательный элемент, который необходим для химической реакции. Поэтому во время работы сенсор будет горячим, это нормально. Для получения стабильных показаний новый сенсор необходимо один раз прогреть (оставить включенным) в течение 24 часов. После этого стабилизация после включения будет занимать около минуты.

Показания сенсора подвержены влиянию температуры и влажности окружающего воздуха. Поэтому в случае использования датчика газа в изменяющейся среде, при необходимости получения точных показаний, понадобится реализовать компенсацию этих параметров.

Датчик подключается к управляющей электронике через 3 провода.

Характеристики

- o Напряжение питания: 5 В
- o Потребляемый ток: 160 мА
- o Диапазон измерений
- o Пропан: 0,2 – 5 промилле
- o Бутан: 0,3 – 5 промилле
- o Метан: 5 – 20 промилле
- o Водород: 0,3 – 5 промилле
- o Пары спиртов: 0,1 – 2 промилле

Датчик газа MQ-5

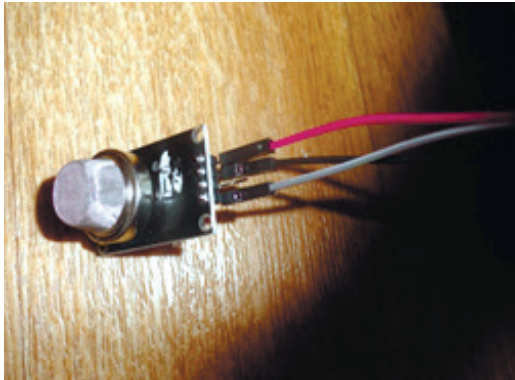
Датчик MQ-5 относится к полупроводниковым приборам. Принцип работы датчика основан на изменении сопротивления тонкопленочного слоя диоксида олова SnO₂ при контакте с молекулами определяемого газа. Чувствительный элемент датчика состоит из керамической трубки с покрытием Al₂O₃ и нанесенного на нее чувствительного слоя диоксида олова. Внутри трубки проходит нагревательный элемент, который нагревает чувствительный слой до температуры, при которой он начинает реагировать на определяемый газ. Чувствительность к разным газам достигается варьированием состава примесей в чувствительном слое.

Диапазон измерений

- Метан: 200–10000 ppm

Характеристики

- Напряжение питания нагревателя: 5 В
- Напряжение питания датчика: 3,3–5 В
- Потребляемый ток: 150 мА
- Габариты: 25,4×25,4 мм



9. Программа для работа танка

```
#include <Ultrasonic.h>
// Подключаем библиотеку управляющую
дальномером.
#include «Ultrasonic.h»
// Инициализируем дальномер
// Контакт Trig соединен с 5 портом,
Echo с 6 портом.
Ultrasonic sonar(12, 13);
// Объявляем переменные для хранения
состояния двух моторов.
int motor_L1, motor_L2, input_L;
int motor_R1, motor_R2, input_R;
void setup()
{
  // При инициализации задаем скорость
порта для связи с ПК.
  Serial.begin(9600); // start the serial port
  pinMode(13, INPUT);
  // Переменные – номера контактов (пи-
нов) Arduino.
  // Для левых и правых моторов машин-
ки.
  setup_motor_system(3, 4, 11, 7, 8, 10);
  // Двигатели остановлены.
  setSpeed(0, 0);
  //Serial.begin(9600); //Set serial baud rate
to 9600 bps
}
void loop()
{
  // read the input on analog pin 0:
  // int sensorValue = analogRead(A0);
  int sensorValue2 = analogRead(A5);
  // print out the value you read:
  //Serial.println(sensorValue);
  Serial.println(sensorValue2);
  delay(1000); // delay in between reads for
stability
  // В цикле loop отправляем значение по-
лученное с дальномера в порт через 0,5с.
```

```
int prepyatstvie = sonar.Ranging(CM); //
получаем дистанцию с сантиметрах.
long prepyatstvie2 = sonar.Timing();
Serial.print("Distance="); // оформляем
вывод.
Serial.print(prepyatstvie); // выводим
дистанцию.
Serial.println(" cm."); // оформляем вывод.
//Serial.print("Time sonar="); // оформля-
ем вывод.
//Serial.print(prepyatstvie2); // выводим
дистанцию.
//Serial.println(" micros"); // оформляем
вывод.
//delay(50); // приостанавливаем про-
грамму.
// Пример движения робота задан жест-
ко в программе
//и повторяется в цикле.
setSpeed(145, 135); // устанавливает
макс, скорость колес,
if (prepyatstvie < 40)
{
  stop1();
}
else
{
  forward();
}
}
// Функция инициализации управления
моторами.
void setup_motor_system(int L1, int L2,
int iL, int R1, int R2, int iR)
{
  // Заносятся в переменные номера кон-
тактов (пинов) Arduino.
  motor_L1 = L1; motor_L2 = L2; input_L
= iL;
  // Для левых и правых моторов робота.
  motor_R1 = R1; motor_R2 = R2; input_R
= iR;
  // Переводятся указанные порты в со-
стояние вывода данных.
  pinMode(motor_L1, OUTPUT);
  pinMode(motor_L2, OUTPUT);
  pinMode(input_L, OUTPUT);
  pinMode(motor_R1, OUTPUT);
  pinMode(motor_R2, OUTPUT);
  pinMode(input_R, OUTPUT);
}
// Функция задает скорость двигателя,
void setSpeed(int LeftSpeed, int
RightSpeed)
{
  // Задает ширину положительного фрон-
та от 0 до 255.
  analogWrite(input_L, LeftSpeed);
  analogWrite(input_R, RightSpeed);
  // Чем больше, тем интенсивнее рабо-
тает мотор.
```



```

}
// Движение вперед,
void backward()
{
// Если двигатель будет работать не в ту
сторону,
// поменять на нем контакты местами.
digitalWrite(motor_L1, HIGH);
digitalWrite(motor_L2, LOW);
digitalWrite(motor_R1, HIGH);
digitalWrite(motor_R2, LOW);
}
// Поворот налево с блокировкой левых
колес,
void forward_left()
{
// блокировка вращения левых колес.
digitalWrite(motor_L1, LOW);
digitalWrite(motor_L2, LOW);
// правые колеса вращаются.
digitalWrite(motor_R1, LOW);
digitalWrite(motor_R2, HIGH);
}
// Поворот направо с блокировкой пра-
вых колес,
void forward_right()
{
// левые колеса вращаются.
digitalWrite(motor_L1, LOW);
digitalWrite(motor_L2, HIGH);
// блокировка вращения правых колес.
digitalWrite(motor_R1, LOW);
digitalWrite(motor_R2, LOW);
}
// Включаем движение назад,
void forward()
{
// Смена направления вращения двига-
телей.

```

```

digitalWrite(motor_L2, HIGH);
digitalWrite(motor_L1, LOW);
digitalWrite(motor_R2, HIGH);
digitalWrite(motor_R1, LOW);
}
void stop1()
{
// Блокировка всех колес.
digitalWrite(motor_L2, LOW);
digitalWrite(motor_L1, LOW);
digitalWrite(motor_R2, LOW);
digitalWrite(motor_R1, LOW);
}

```

Вывод

В ходе своего научного исследования ,я достиг решения поставленных мною в начале исследование цели . А именно Разработал конструкцию мобильного робота для контроля утечек газа

Выполнил поставленные задачи:

1.Провел обзор литературных источников по проблеме контроля утечек газов в угольных шахтах и способах ее решения

2.Предложил способ контроля утечек газов в угольных шахтах с использованием мобильного робота

3.Спроектировал конструкцию и разработал ПО для мобильного робота

4.Изготовил опытный образец (макет) мобильного робота и провел его испытание

Список литературы

1. <http://wiki.amperka.ru/>
2. <https://www.rbc.ru/society/10/12/2004/5703be019a7947afa08cc3e9>
3. <https://ria.ru/spravka/20140514/1007705396.html>
4. <https://www.smprobotics.ru/applications/robot-dlya-poiska-i-obnaruzheniya-utechek-gaza/>