

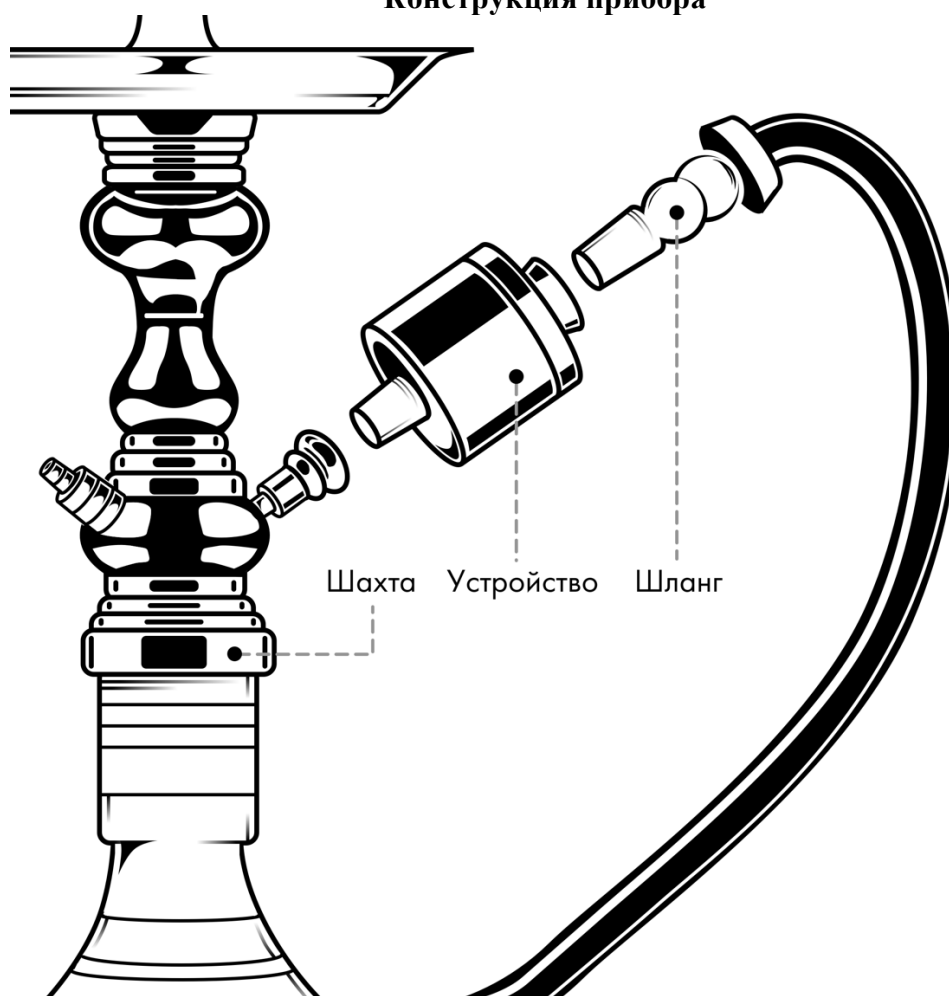
### Измеритель содержания СО в курительных аэрозолях

Набирающая в России популярность кальянная культура может стать источником негативного влияния на здоровье при курении кальяна людьми, недостаточно знакомыми с процессами, протекающими в кальяне во время его курения. Нагревающие кокосовые угли, используемые в подавляющем большинстве кальянов для разогрева табака, являются основным источником угарного газа в аэрозоли, вдыхаемой курильщиком. Большая концентрация угарного газа при курении значительно усугубляет негативные эффекты табака, а также может привести к прогоранию курительной смеси, что мгновенно делает кальян непригодным к дальнейшему использованию.

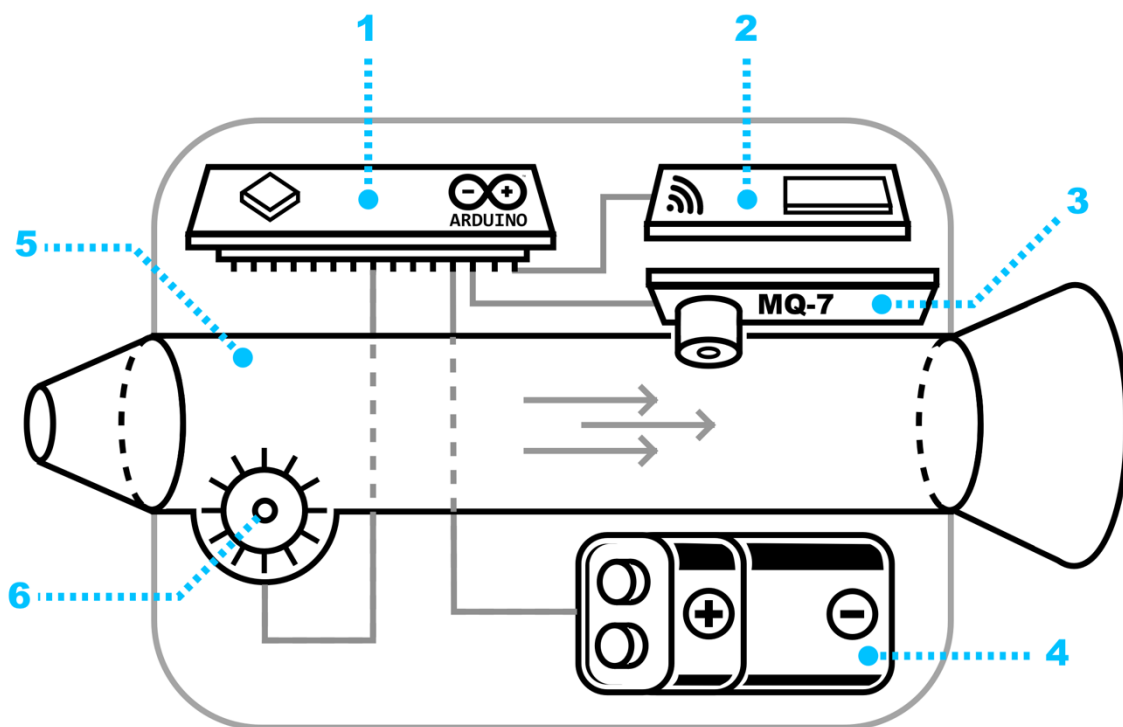
Для многих заведений, предлагающим своим посетителям кальянные услуги, одним из самых трудозатратных процессов является отслеживание состояния кальяна у посетителей, которое, как правило, производится путем вдыхания кальянщиком каждого кальяна у посетителей. Мало того, что данный процесс сильно снижает производительность труда кальянного мастера, но также может быть причиной переизбытка никотина и СО в организме, что на ежедневной основе может повлечь за собой крайне негативные эффекты для здоровья.

Представленная далее электронная система контроля угарного газа в курительных парах сможет заметно упростить контроль за процессом курения посетителей, повысить скорость обслуживания в заведении и избежать негативных последствий для посетителей при прогорании табака.

#### Конструкция прибора



Как показано на иллюстрации, прибор может подключаться непосредственно между шахтой кальяна и курительным шлангом.



Возможная схема компоновки устройства

1. Плата Arduino Uno
2. Модуль Bluetooth HC-05
3. Датчик угарного газа MQ-7
4. Аккумуляторная батарея
5. Внутренняя трубка, через которую проходят курительные пары
6. Веерное колесо активации измерения

### Датчик MQ7

Датчик MQ7 - это датчик угарного газа CO. Основным источником выделения CO является сгорание углеродного топлива при недостаточном количестве кислорода. Углерод «не догорает» и вместо углекислого газа CO<sub>2</sub>, в атмосферу выбрасывается угарный газ CO. Он чрезвычайно ядовит, но при этом не обладает ни цветом, ни запахом.

### Характеристики датчика MQ7

- Напряжение питания: 5В;
- Потребляемый ток: 160 мА;
- Диапазон чувствительности: 10 – 10000 ppm;
- Напряжение нагревателя: 1,5 – 5В;
- Время накала нагревателя: 60 – 90 сек;
- Сопротивление нагревателя: 31 Ом;
- Мощность нагревателя: 350 мВт;
- Сопротивление датчика: 2 – 20 кОм;
- Стандартные рабочие условия:
- температура: -10 ~ +50°C;
- влажность: ≤95%RH;
- концентрация кислорода: 21\% (стандартные условия);
- Габариты модуля: 22 x 22 x 17 мм;

- Вес модуля: 5 г.

Сокращение ppm расшифровывается как parts per million или в вольном переводе «частей на миллион». От процента показатель не отличается, отличается только размерность (1 ppm = 0,0001%). По гигиеническим нормам ppm приблизительно 0,0017% – 170 ppm, выхлопе бензинового двигателя CO может быть до 3% – соответственно 3% = 30.000 ppm.

Датчик имеет 4 вывода стандарта 2,54 мм:

- VCC — питание 5 В;
- GND — земля;
- DO — цифровой вывод;
- AO — аналоговый вывод.



AO – аналоговый вывод, при подключении к аналоговому входу Arduino.

DO – цифровой выход, который переключается в режим HIGH при превышении некоего порога концентрации угарного газа.

С помощью подстроечного резистора можно произвести калибровку датчика, хотя производитель уже провел некую калибровку датчика.

### Принцип работы устройства и исходный код

При включении устройство запускает Bluetooth-модуль HC-05 и подключается к Bluetooth-серверу (который может быть совмещен с терминалом кассира в заведении). После чего, устройство пытается измерить концентрацию угарного газа в шланге кальяна в момент, когда клиент не вдыхает из него. Данный показатель используется для последующей калибровки. После завершения термоцикла датчика MQ-7 прибор ждет, когда веерное колесо известит о начале вдоха через кальян. В этот момент датчик MQ-7 измеряет текущий уровень угарного газа и сравнивает его с пороговым значением, которое показывает концентрацию, при которой курительная смесь в кальяне начинает сгорать и причинять неприятные ощущения клиенту (пороговое значение может быть откалибровано в зависимости от условий заведения). В случае, если текущее значение превосходит пороговое, прибор отправляет сообщение по каналу Bluetooth, передавая свой уникальный ID, а также текущий уровень угарного газа. После чего персонал может незамедлительно среагировать на возникшую проблему у клиента.

Полный исходный код, содержащий базовую реализацию алгоритма работы устройства приведен ниже:

```
// Библиотека взаимодействия с MQ-7
#include <TroykaMQ.h>

// Библиотека взаимодействия с HC-05
#include <Bluetooth_HC05.h>

// ID устройства, который понадобится чтобы понять, какой именно прибор сработал
```

```

#define DEVICE_ID = 12345;

// Пин для MQ-7
#define PIN_MQ7      A0
// Пин для нагревательного элемента MQ-7
#define PIN_MQ7_HEATER 13
// Создание структуры для работы с MQ-7
MQ7 mq7(PIN_MQ7, PIN_MQ7_HEATER);

// Пин RESET для HC-05
#define PIN_RESET 2
// Пин MODE для HC-05
#define PIN_MODE 3
// Создание структуры для работы с HC-05
Bluetooth_HC05 hc05;

// Пин, к которому подсоединено вращающееся колесо, которое оповещает о начале вдоха
#define FAN_WHEEL_PIN A1
// Значение с аналогового порта, при котором считается, что вдох начался (может быть откалибровано)
#define FAN_WHEEL_THRESHOLD 500

// Содержание CO в чистом воздухе (будет изменено в процессе калибровки)
int clearPPM = 0;
// Критическое содержание CO, при котором считается, что курительная смесь горит
#define PPM_THRESHOLD 5000

void setup() {
  //Посылаем команду инициализации HC-05
  hc05.begin(38400, PIN_RESET, PIN_MODE, HC05_MODE_COMMAND);
  delay(700);

  /* Разрешаем HC-05 подключаться к нему */
  hc05.setRole(HC05_ROLE_SLAVE);
  hc05.initSerialPortProfile();
  hc05.inquire(NULL, 10000);
  /* Bluetooth-адрес сервера, на который будут приходить уведомления */
  BluetoothAddress server = { 0x00, 0x11, 0x04, 0x29, 0x02, 0x55 };
  hc05.connect(server);

  // Запускаем цикл нагрева
  Serial.begin(9600);
  mq7.cycleHeat();
}

void loop() {
  // Если mq-7 не откалиброван
  if (!mq7.isCalibrated() && mq7.atHeatCycleEnd()) {
    // Если вдох в данный момент не происходит
    if (analogRead(FAN_WHEEL_PIN) < FAN_WHEEL_THRESHOLD) {
      // выполняем калибровку датчика на чистом воздухе
    }
  }
}

```

```
mq7.calibrate();
//Заносим результаты в переменную
clearPPM = mq7.getRo();
// запускаем термоцикл
mq7.cycleHeat();
}
}

// если прошёл интервал нагрева датчика
// и калибровка была совершена
if (mq7.isCalibrated() && mq7.atHeatCycleEnd()) {
    // Если клиент вдыхает кальянный пар
    if(analogRead(FAN_WHEEL_PIN) > FAN_WHEEL_THRESHOLD) {
        // Считываем концентрацию CO
        int current = mq7.readCarbonMonoxide();
        // Если концентрация больше критической
        if(current > PPM_THRESHOLD) {
            // Передаем по Bluetooth сигнал о том, что клиенту требуется помощь персонала
            hc05.println("Assist needed! ID = ");
            // Передаем ID устройства
            hc05.println(DEVICE_ID);
            hc05.println("; current ppm = ");
            // и текущее содержание CO
            hc05.println(current);

            delay(100);
            // запускаем термоцикл
            mq7.cycleHeat();
        }
    }
}
}
```