

Рисунок 6 – Оциллограммы изменения уровней наполнения бункеров машинных агрегатов при нечетком регулировании

### Заключение

Согласно результатам моделирования, при неизменных параметрах объекта регулирования, системы с нечетким регулятором повышают точность регулирования уровня (дисперсия ошибки регулирования уменьшилась в 2,2 раза) по сравнению с трехпозиционным регулятором.

В результате моделирования работы системы был сделан вывод, что использование нечеткого регулятора в каскадной схеме стабилизации производительности поточной линии позволило синхронизировать работу агрегатов.

### Литература

1. Пегат А. Нечеткое моделирование и управление. – пер. с англ. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 798 с.
2. Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. - М.: Мир, 1976.
3. Бесекерский В.А., Изранцев В.В. Системы автоматического управления с микроЭВМ. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит. 1987г. 320с
4. Штовба С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. - 288 с.



С.В. Соленьий, О.Я. Соленая

## ПРОГРАММИРОВАНИЕ БЛОКА МОНИТОРИНГА И ЗАЩИТЫ УЗЛОВ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

(Санкт-Петербургский государственный университет  
аэрокосмического приборостроения)

В работе [1] описана система обеспечения пожаровзрывобезопасности газифицированных помещений, неотъемлемой частью которой является блок мониторинга и защиты узлов газоснабжения. В данной статье представлены общие подходы и требования к построению всей системы, однако актуальным остается вопрос проработки конкретных схемных решений и алгоритмов функционирования блока мониторинга и защиты узлов газоснабжения, а также проведение его испытаний.

В качестве датчика был выбран полупроводниковый газовый датчик типа MQ-4, который позволяет детектировать природный газ и метан. Принцип работы датчика основан на использовании в качестве чувствительного материала оксида олова, который имеет низкую проводимость в присутствии чистого воздуха, а при появлении детектируемого горючего газа проводимость датчика возрастает с ростом его концентрации. Это позволяет использовать простую электрическую схему для преобразования проводимости датчика в сигнал, пропорциональный концентрации газа. Поскольку датчик MQ-4 выдает аналоговый сигнал, для его быстрой и адекватной обработки целесообразно применять микроконтроллеры серии ATmega328. При построении лабораторного образца блока мониторинга и защиты узлов газоснабжения был использован микроконтроллер Arduino UNO. Принципиальная схема и внешний вид блока представлены на (рис. 1).

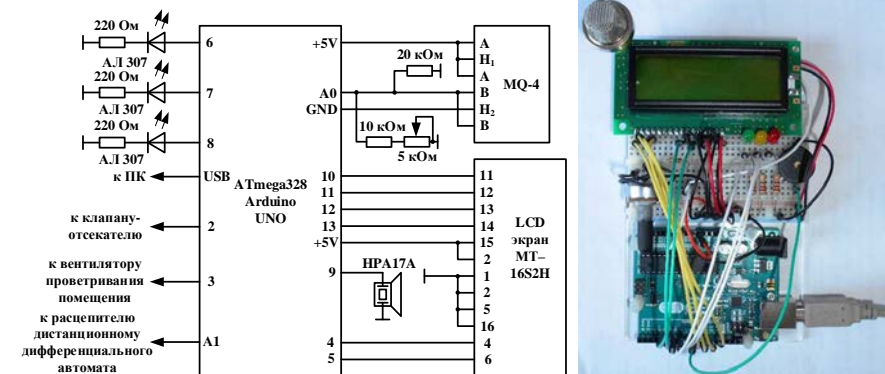


Рисунок 1 – Принципиальная схема и внешний вид лабораторного образца блока мониторинга и защиты узлов газоснабжения



Для написания текста программы было выбрано стандартное программное обеспечение для микроконтроллеров ATmega328 – программа Arduino IDE. Код программы:

```
int analogInPin = A0; int ledPin1 = 6; int ledPin2 = 7; int ledPin3 = 8;
int vent = 3; int klapan = 2; int signal_gaz = 9; int svet = A1;
unsigned int gaz = 0;
#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(4, 5, 10, 11, 12, 13);
void setup() {
  Serial.begin(9600); lcd.begin(16, 2);
  pinMode(ledPin1, OUTPUT); pinMode(ledPin2, OUTPUT);
  pinMode(ledPin3, OUTPUT); }
void loop() {
  gaz = analogRead(analogInPin);
  if (gaz > 0 && gaz < 62)
  { digitalWrite(ledPin1, HIGH); digitalWrite(ledPin2, LOW);
  digitalWrite(ledPin3, LOW); digitalWrite(vent, LOW);
  digitalWrite(klapan, HIGH); digitalWrite(svet, HIGH);
  noTone(signal_gaz); }
  if (gaz >62 && gaz < 165)
  { digitalWrite(ledPin1, HIGH); digitalWrite(ledPin2, HIGH);
  digitalWrite(ledPin3, LOW); digitalWrite(klapan, LOW);
  digitalWrite(vent, HIGH); digitalWrite(svet, HIGH);
  tone(signal_gaz,3000,20); }
  if (gaz >165 && gaz < 1023)
  { digitalWrite(ledPin1, HIGH); digitalWrite(ledPin2, HIGH);
  digitalWrite(ledPin3, HIGH); digitalWrite(klapan, LOW);
  digitalWrite(vent, HIGH); digitalWrite(svet, LOW);
  tone(signal_gaz,3000,20); }
  unsigned int procent = (100*gaz)/1023;
  Serial.println(procent); lcd.print(" ");
  lcd.setCursor(0, 1); lcd.print(" ");
  lcd.print(procent); lcd.print(" %");
  delay(100); }
```

В эксперименте использовалась смесь сжиженного газа пропана и бутана. Источник газа и датчик MQ-4 располагались в герметичном кубе объемом 0,001 м<sup>3</sup>. Разработанный блок мониторинга и защиты узлов газоснабжения функционирует следующим образом. При концентрации газа в диапазоне от 0 до 5 % горит только зеленый светодиод, подключенный к 6 ножке микроконтроллера; пьезодинамик НРА17А молчит; вентилятор проветривания помещения отключен; клапан-отсекатель включен и подает газ в систему газоснабжения помещения; на расцепитель дистанционный дифференциального автомата подается



сигнал, – т.о. есть электроснабжение помещения. При концентрации газа в диапазоне от 5 до 10 % горят одновременно зеленый и желтый светодиоды, подключенные к 6 и 7 ножкам микроконтроллера; пьезодинамик производит звук частотой 3 кГц; вентилятор проветривания помещения включен; клапан-отсекатель выключен и не подает газ в систему газоснабжения помещения; на расцепитель дистанционный дифференциального автомата подается сигнал, – т.о. есть электроснабжение помещения. При концентрации газа в диапазоне от 10 % и выше одновременно горят все три светодиода, включая красный, подключенный к 8 ножке микроконтроллера; пьезодинамик производит звук частотой 3 кГц; вентилятор проветривания помещения включен; клапан-отсекатель выключен и не подает газ в систему газоснабжения помещения; на расцепитель дистанционный дифференциального автомата не подается сигнал, – т.о. отсутствует электроснабжение в помещении. При всех трех диапазонах концентрация газа выводится на LCD экран и плоттер по последовательному соединению программы Arduino IDE (рис. 2).

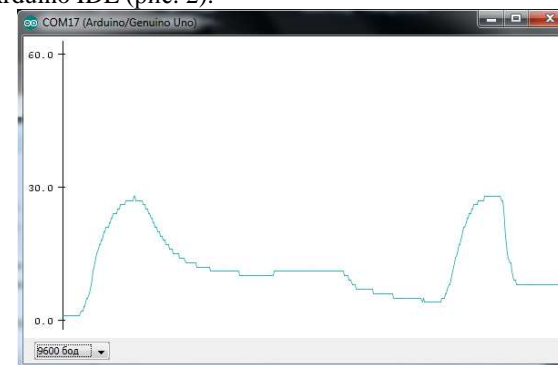


Рисунок 2 – Концентрация газа в помещении

Оценка результатов исследования позволила сделать вывод об адекватности применения разработанной системы и алгоритмов ее функционирования. Были намечены задачи, направленные на интеграцию предложенной системы в Smart Grid технологии в контексте «Умный дом». Дальнейшая работа будет направлена на проработку конкретных схемных решений связи системы с блоками защиты и диагностики узлов электроснабжения помещения, а также на расширение коммуникативных способностей системы с применением GSM-каналов передачи информации о состоянии пожаровзрывобезопасности объекта.

### Литература

1. Ершов М.С., Солная О.Я. Система обеспечения пожаровзрывобезопасности газифицированных помещений // Труды Российского государственного университета нефти и газа им. И.М. Губкина. Сборник научных статей по проблемам нефти и газа. – Выпуск № 3 (272) июль-сентябрь. – Москва, 2013. – С. 99-107.