

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет

Кафедра

вычислительной техники

«Вычислительная техника»

Специальность: 09.05.01 «Применение и эксплуатация
автоматизированных систем специального
назначения»

Специализация: «Эксплуатация вычислительных машин, комплексов,
систем и сетей специального назначения»

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

на тему

Система контроля состояния газовых магистралей

Студент  Заграничнов Александр Александрович
(подпись, дата) (ФИО полностью)

Руководитель  Бычков А.С.
(подпись, дата) (фамилия, инициалы)

Нормоконтролёр  Кучин А.В.
(подпись, дата) (фамилия, инициалы)

Рецензент, к.т.н., доцент каф. ВМиС ПензГТУ  Мартышкин А.И.
(должность, место работы) (подпись, дата) (фамилия, инициалы)

Работа допущена к защите (протокол зас. кафедры от 10.06.2020 г. № 13)

Заведующий кафедрой  Митрохин М.А.
(подпись) (фамилия, инициалы)

Работа защищена с отметкой отлично (протокол заседания ГЭК от
18.06.2020 № 4)

Секретарь ГЭК  Гурин Е.И.

Пенза 2020

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Факультет

Кафедра

Вычислительной техники

Вычислительная техника

«Утверждаю»

Заведующий кафедрой

 Митрохин М.А.

«30» апреля 2020г.

ЗАДАНИЕ НА ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

1. Заграничных Александр Александрович гр. 15В02 факультета вычислительной техники.

2. Тема работы: «Система контроля состояния газовых магистралей».

Тема утверждена приказом ПГУ № 0335а/о от 30.04.2020 г.

3. Руководитель работы к.т.н., доцент каф. ВТ ПГУ Бычков А.С.

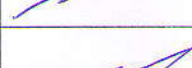
4. Задание на работу (назначение разработки, исходные данные и т.п.).

Система предназначена для контроля газовых магистралей, путем определения наличия метана в воздухе.

5. Перечень подлежащих разработке вопросов.

Требуется произвести анализ предметной области, выбрать функциональный состав системы, разработать структурную схему системы, осуществить выбор элементной базы, разработать принципиальную схему и алгоритм работы системы. Система должна определять наличие метана в воздухе и фиксировать номер и количество сработавших датчиков. Результаты должны выводиться на индикаторы. Питание системы осуществляется от источника постоянного напряжения от 8 до 15 вольт. В технологической части необходимо представить способы изготовления печатных плат. Также выполнить задание по БЖД и экономике.

6. Календарный график выполнения работы

№ п/п	Наименование этапов работы	Объем работы	Срок выполнения	Подпись руководителя
1.	Система контроля состояния газовых магистралей		09.05.20	
2.	Разработка структурной схемы		16.05.20	
3.	Разработка алгоритма системы		16.05.20	
4.	Выбор компонентов для реализации принципиальной схемы		23.05.20	
5.	Составление принципиальной схемы устройства		26.05.20	
6.	Технология изготовления печатных плат		28.05.20	
7.	Меры безопасности при изготовлении печатных плат		29.05.20	
8.	Расчет экономической части		30.05.20	
9.	Исправление ошибок в работе системы		31.05.20	
10.	Оформление выпускной работы		06.06.20	

Дата выдачи задания 30 «апреля» 2020 года.

Руководитель дипломной работы _____  Бычков А.С.
(подпись, дата)

Задание к исполнению принял студент _____  Заграничных А.А.
(подпись, дата)

Работу к защите допустить
Декан факультета _____  Фионова Л.Р.
(подпись, дата)

РЕФЕРАТ

Работа содержит 101 лист, 35 рисунков, 13 таблиц, 8 источников, 2 приложения.

МИКРОКОНТРОЛЛЕРНАЯ СИСТЕМА, КОНТРОЛЬ УТЕЧКИ ГАЗА, ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТАНА В ВОЗДУХЕ, ДАТЧИКИ БЫТОВОГО ГАЗА, ОПОВЕЩЕНИЕ ПРИ УТЕЧКЕ ГАЗА, ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТА УТЕЧКИ ГАЗА

Цель работы – разработать систему контроля газовых магистралей.

Объектом разработки является аппаратный комплекс, обеспечивающий контроль состояния газовых магистралей и оповещения при утечке метана.

В результате проведенной работы создан проект, удовлетворяющий поставленной задаче, а именно, разработан аппаратный комплекс, в состав которого вошел контроллер на базе микроконтроллера фирмы PIC, реализующий контроль состояния газовых магистралей.

Данное устройство рекомендуется использовать для контроля в жилых и коммерческих зданиях. Устройство может быть внедрено как в многоэтажные, так и в одноэтажные здания.

					ПГУ 1.090501.05.001 ПЗ				
Изм.	Лист	№ докум.№	Подпись	Дата					
Разраб.		Заграничнов А.А			Система контроля состояния газовых магистралей Пояснительная записка	Лит.	Лист	Листов	
Провер.		Бычков А.С.					4	94	
Н. Контр.		Кучин А.В.				ФВТ, каф. ВТ гр. 15В02			
Рецензент		Мартышкин А.И							
Утверд.		Митрохин М.А.							

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	8
1 СИСТЕМА КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ГАЗОВЫХ МАГИСТРАЛЕЙ	10
1.1 Анализ предметной области.....	10
1.2 Разработка структурной схемы системы.....	17
1.2.1 Определение функционального состава системы.....	18
1.2.2 Описание работы системы по структурной схеме.....	18
1.3 Разработка алгоритма системы	18
1.3.1 Описание переменных системы.....	18
1.3.2 Описание работы системы по алгоритму	20
1.4 Разработка принципиальной схемы	23
1.4.1 Выбор датчика	24
1.4.2 Выбор микроконтроллера.....	27
1.4.3 Выбор интерфейса связи с персональным компьютером	34
1.4.4 Выбор микросхемы для интерфейса	39
1.4.5 Выбор схемотехники модуля индикации	39
1.4.6 Описание работы системы по принципиальной схеме.....	41
1.4.6.1 Описание работы модуля контроллера.....	42
1.4.6.2 Описание работы модуля датчика.....	45
2 ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ	48
2.1 Методы изготовления печатных плат	48
2.2 Описание технологического процесса изготовления печатных плат химическим методом.....	49
2.3 Электрохимический метод изготовления ДПП.....	53
2.4 Аддитивный способ изготовления ДПП	55

2.5 Типовой технологический процесс изготовления МПП методом металлизации сквозных отверстий	56
3 МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ	59
3.1 Техника безопасности при травлении и металлизации отверстий печатной платы	62
3.2 Техника безопасности при пайке деталей на печатную плату	63
3.3 Техника безопасности при промывке и обезжиривании поверхности печатной платы	64
4 РАСЧЕТ ЗАТРАТ НА РАЗРАБОТКУ СИСТЕМЫ	65
4.1 Расчет цеховой себестоимости	66
4.1.1 Расчет затрат на покупные изделия	67
4.1.2 Расчет затрат на материалы	68
4.1.3 Расчет затрат на кооперацию	69
4.1.4 Расчет затрат на электроэнергию для технологических целей	70
4.1.5 Расчет затрат на заработную плату основных производственных рабочих	71
4.1.6 Расчет затрат на социальные отчисления	72
4.1.7 Расчет косвенных цеховых затрат	72
4.2 Расчет заводской себестоимости	73
4.3 Расчет полной себестоимости	74
4.4 Расчет цены проектируемого устройства	75
4.5 Оценка инвестиционной привлекательности проекта	79

5 ЗАКЛЮЧЕНИЕ	83
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	84
Приложение А.1 Структурная схема	85
Приложение А.2 Алгоритм работы системы модуля датчика	87
Приложение А.3 Принципиальная схема контроллера	89
Приложение А.4 Принципиальная схема модуля датчика.....	91
Приложение А.5 Перечень элементов.....	93
Приложение В Презентация	96

ВВЕДЕНИЕ

Газопровод — инженерное сооружение, предназначенное для транспортировки газа с помощью труб. Газ по газопроводам и газовым сетям подаётся под определённым избыточным давлением. Газопроводы подразделяются на следующие типы:

Магистральные газопроводы — предназначены для транспортировки газа на большие расстояния. Через определённые интервалы на магистрали установлены газокompрессорные станции, поддерживающие давление в трубопроводе. В конечном пункте магистрального газопровода расположены газораспределительные станции, на которых давление понижается до уровня, необходимого для снабжения потребителей.

Газопроводы распределительных сетей — предназначены для доставки газа от газораспределительных станций к конечному потребителю.

В современном мире газ имеется практически в каждом здании, где используется в различных целях. Например, для отопления, приготовления пищи или для производства.

Высокая потребность в природном газе приводит к тому, что газопроводы разрастаются. Поэтому обязательным этапом технологического процесса является контроль газовых магистралей, в первую очередь, контроль утечки. Утечка бытового газа может привести к отравлению, асфиксии, а так же к более тяжёлым последствиям, таким как взрыв, в результате которого жертв может оказаться в разы больше.

Состояние газопровода в ходе его эксплуатации ухудшается. Поэтому необходимо проводить контроль текущего состояния газопровода. Главная цель - выявить, нет ли утечки газа, особенно важно контролировать утечку в жилых многоквартирных домах, так как это может привести к большому количеству жертв.

В настоящее время сеть газопроводов огромна и контроль за каждым участком затруднителен. Существует много различных устройств фиксирования утечки и оповещения жильцов, но в большинстве случаев они предназначены для одной квартиры.

В данной работе будет рассмотрен экземпляр контроллера, позволяющий определить утечку газа в подъезде многоэтажного дома с указанием количества и номера сработавших датчиков.

					ПГУ 1.090501.05.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

1 Система контроля состояния газовых магистралей

1.1 Анализ предметной области

В данном разделе работы будут рассмотрены все возможные способы измерения метана в воздухе, а также познакомимся с самим устройством и его основными компонентами.

Стоит начать с определения. Система контроля состояния газовых магистралей – это устройство, предназначенное для определения утечки газа с возможностью установить какой именно датчик сработал и сколько таких датчиков, а также с подачей оповещения. Исходя из определения, устройство состоит следующих компонентов: датчики газа, контроллер, интерфейс связи, индикаторы, персональный компьютер, клавиатура, динамик, блок управления динамиком.

Рассмотрим датчики для определения газа.

Сегодня на рынке представлено огромное количество различных устройств, способных распознать наличие газа в воздухе. Бывают они нескольких типов, например, датчики газа, газоанализаторы и газосигнализаторы.

Все они схожи по выполняемым задачам, но также у подобных устройств есть существенные различия. Одни производятся как компоненты для других устройств, другие же представлены в сборном виде и готовы к применению. Каждое такое устройство направлено на выявления в воздухе определенного спектра газов. У одних имеются встроенные динамики для оповещения, другие же способны передавать информацию на телефон.

В данной работе необходимо определять наличие метана или же бытового газа в воздухе. Для подобной задачи не подойдут готовые решения, поэтому следует использовать датчики газа предназначенные для включения их в какое либо устройство. Подобные датчики должны иметь возможность

					ПГУ 1.090501.05.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

быстро и точно определить утечку бытового газа, то есть наличие метана в воздухе и передать информацию на контроллер для своевременного принятия мер по устранению утечки. Использование большого количества качественных и недорогостоящих датчиков позволит контролировать ситуацию с утечкой в многоквартирных домах, что в дальнейшем может спасти от чрезвычайной ситуации.

Анализируя рынок представляющий датчики для определения газа в воздухе, было выявлено, что в основном для дома предлагают газоанализаторы (сигнализаторы). Эти устройства представляют собой датчик газа со звуковой сигнализацией. Рассмотрим некоторые модели.

На рисунке 1.1 представлен сигнализатор утечки газа «Даджет».



Рисунок 1.1 – Внешний вид сигнализатора «Даджет»

Основные характеристики:

- тип: Сигнализатор газа;
- тип датчика: Анализатор качества воздуха;
- тип оповещателя: Свето-звуковой;
- питание: От сети 220В;
- диапазон рабочих температур °С: от –10°С до +50°С;
- рабочая влажность: менее 97%;
- бренд: Даджет;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПГУ 1.090501.05.001 ПЗ

Лист

11

- страна-изготовитель: Китай;
- цена: 1890 рублей.

На рисунке 1.2 представлен датчик бытового газа I-NOVA



Рисунок 1.2 – Внешний вид анализатора «I-INOVA»

Основные характеристики:

- тип: Датчик охранной системы;
- тип связи: Wi-Fi, Беспроводная, Проводная;
- рабочая частота: МГц433,97;
- дальность связи: м205;
- тип оповещателя: Свето-звуковой;
- особенности: Возможность ручного программирования системы;
- диапазон рабочих температур: °C45;
- рабочая влажность: 90%;
- бренд: I-NOVA.PRO;
- страна-изготовитель: Китай;
- цена: 1796 рублей.

Но так же в радиомагазинах имеются аналоговые датчики газа. Несколько вариантов представлены ниже.

На рисунке 1.3 представлен датчик газа MP503 Air-Quality Gas Se



Рисунок 1.3 – Внешний вид датчика MP503 Air-Quality Gas Se

Датчик газа MP503 имеет многослойную технологию производства. Утеплитель и оксид металла полупроводниковый материал на керамической подложке, сверхминиатюрный Al_2O_3 выбирается электродом и заключен в металлическую розетку и колпачок. На датчик влияет концентрация целевого газа, чем выше концентрация, тем выше проводимость датчика. Пользователи могут использовать простую схему для преобразования вариаций проводимости в выходной сигнал, соответствующий концентрации газа. Цена данного датчика составляет 178 рублей. На рисунках 1.4-1.5 представлены: схема электрическая принципиальная MP503 и основные характеристики, соответственно.

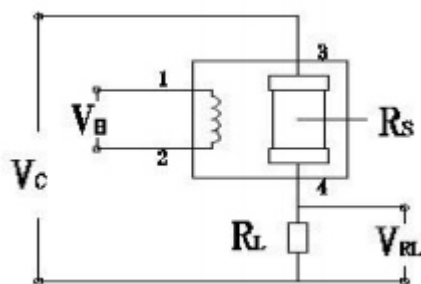


Рисунок 1.4 – Принципиальная схема датчика MP503

MP503
flat surfaced semiconductor sensor
Metal Cap
Alcohol, Smoke, iso-butane, methanal
10~1000ppm(Alcohol)
≤24V DC
5.0V±0.1V AC or DC
Adjustable
95Ω±10Ω (Room Tem.)
≤300mW
1KΩ~30KΩ(in 50ppm Alcohol)
Rs(in air)/Rs(in 50ppm Alcohol)≥5
≤0.6(R _{100ppm} /R _{30ppm alcohol})
20℃±2℃; 65%±5%RH
V _C :5.0V±0.1V; V _H :5.0V±0.1V
More than 48 hours

Рисунок 1.5 – характеристики датчика MP503

На рисунке 1.6 представлен Датчик газа MQ-2

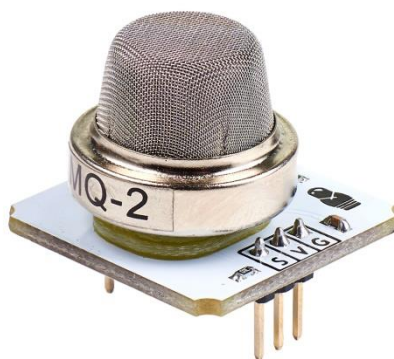


Рисунок 1.6 – Внешний вид датчика MQ-2

Датчик MQ-2 определяет концентрацию углеводородных газов (пропан, метан, н-бутан), дыма (взвешенных частиц, являющихся результатом горения) и водорода в окружающей среде. Цена варьируется от 100 до 300 рублей.

Диапазон измерений:

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПГУ 1.090501.05.001 ПЗ

Лист

14

- пропан: 200–5000 ppm;
- бутан: 300–5000 ppm;
- метан: 500–20000 ppm;
- водород: 300–5000 ppm..

В качестве рабочего варианта был выбран датчик MQ-2 за его небольшую стоимость и простоту использования.

Далее рассмотрим контроллеры.

Чтобы организовать работу системы контроля газовых магистралей в полной мере, необходимо постоянно выполнять обработку информации полученной от датчика, а потом выводить результат на индикацию. Эту роль выполняет устройство, управляющее работой внешних и внутренних элементов системы.

На первый взгляд, современный рынок контроллеров очень разнообразен, но на самом деле выбор не велик. Для нахождения оптимального, выделим основные критерии к его выбору:

- производительность процессора;
- объём памяти;
- характеристики каналов ввода/вывода;
- техническая поддержка;
- надежность;
- стоимость.

Внимательно изучив рынок по трем последним критериям, можно назвать три наиболее подходящие кандидатуры:

- фирма Atmel, которая производит 8- и 32- разрядные микроконтроллеры AVR;
- британская корпорация ARM Limited, создающая 32- и 64-разрядные RISC – процессоры;

- американская компания Microchip Technology Inc., производящая 8-, 16- и 32-битные микроконтроллеры PIC.

По первым трем критериям выбирается не серия, а микроконтроллер с необходимыми характеристиками.

Рассмотрим два вида индикации: светодиодного типа и жидкокристаллические.

Светодиодные индикаторы – это электронное устройство, которое показывает определенную информацию и служит для визуального контроля над процессами и сигналами. Это самый простой способ для отображения символьной информации.

Жидкокристаллический индикатор – это прибор, который визуально отображает информацию, принцип действия которого основан на изменениях оптических свойств в жидких кристаллах под действием электрического поля.

Достоинства и недостатки имеют оба рассматриваемых типа. Но для наших целей светодиодная будет лучшим вариантом. Потому что она обладает более высокой скоростью реакции, повышенной яркостью, низким потреблением питания, обзорность до ста шестидесяти градусов и меньшей стоимостью.

Чтобы системы контроля газовых магистралей выполняла свои задачи в полной мере, необходимо добавить в состав компонентов клавиатуру, которая будет использоваться для навигации между сработавшими датчиками.

Современные клавиатуры имеют от одного десятка клавиш или больше. Самые маленькие из них являются 3x4 или 4x4 матричные клавиатуры.

1.2 Разработка структурной схемы

Для корректного составления структурной схемы необходимо определить функциональный состав системы, а также определить последовательность действий системы. Структурная схема системы представлена на чертеже в приложении А.1. На рисунке 1.7 присутствует графическое представление структурной схемы.



Рисунок 1.7 – Структурная схема

Выходными данными являются, включение динамика и индикаторов номера и количества датчиков. Рассмотрим функциональный состав системы.

1.2.1 Определение функционального состава системы

Для сбора информации о наличии газа в помещении, необходимо использовать датчики газа. Собранную информацию следует обработать, значит для этого нужно использовать контроллер. Результат, полученный в ходе обработки информации должен быть в дальнейшем использован, например, можно в состав системы включить индикатор номера сработавшего датчика, то есть номер датчика, который определил наличие в воздухе метана, но количество таких датчиков может быть разным, поэтому имеет смысл включить второй индикатор, который будет определять количество сработавших датчиков. Определим количество датчиков на принципиальной схеме не более 9 штук. Далее эту информацию необходимо передать в компьютер, значит, следует использовать интерфейс связи с компьютером, персональный компьютер также будет на схеме. Для управления индикацией нужна клавиатура. Что бы вызвать или подать сигнал тревоги будет использоваться динамик, который контролируется блоком управления. Можно предусмотреть наличие усилителя мощности, который будет управлять краном подачи газа в магистраль, но применение этого усилителя остается на усмотрении заказчика.

1.2.2 Описание работы системы по структурной схеме

Структурная схема предложена на чертеже в приложении А.1 и на рисунке 1.2.1

Система включает в себя: датчики газа, контроллер, интерфейс связи, индикаторы, персональный компьютер, клавиатура, динамик, блок управления динамиком.

Система работает следующим образом, датчики газа постоянно определяют наличие метана в воздухе, в это время контроллер находится в режиме ожидания. При поступлении метана в воздух, датчики определяют

его наличие, контроллер обрабатывает поступающую информацию, загораются индикаторы и через интерфейс связи отправляется сигнал на персональный компьютер, после чего срабатывает динамик.

1.3 Разработка алгоритма работы системы

Задачей данного этапа разработки системы является составление алгоритма работы, формализация алгоритма.

Начнем с определения. Алгоритм – это набор правил или шагов, который выполнен в точной последовательности, приведет к нужному результату.

1.3.1 Описание переменных системы

Определим переменные, которые будут использоваться при описании алгоритма.

Триггер - флаг. TF устанавливается равной единице, если обнаружен метан.

Номер модуля датчика N. Записывается в регистр RG1. Код формируется при чтении с помощью АЦП напряжения на выходе потенциометра. Код количество метана D. Метан обнаруживается, если превышено значение порога D1. Сигнал управления светодиодом GP3. Светодиод включается, если GP3 равен нулю. Сигнал приема информации с линии связи GP4. Если он равен нулю, то возможно начало связи.

Сигнал управления линии связи GP5. Этот сигнал начинает передачу информации о состоянии датчика. Если этот сигнал равен единице, то на линии связи формируется 0, продолжительность которого определяется состоянием датчика. Если этот сигнал короткий и равен значению T1, то это означает, что метан отсутствует. Если сигнал длинный и равен значению T2, то метан присутствует.

T4 - длительность сигнала опроса состояний датчиков. Этот сигнал формируется ведущим контроллером. $T4 > T3 > T2 > T1$. T3 - Интервал повторного опроса состояния линии модулем датчика. Целью определения наличия сигнала запроса состояния датчиков основным ведущим контроллером. Если в это время на линии присутствует 0, то значит основной контроллер опрашивает состояния датчиков. Если же на линии в этом случае единицы, то значит по линии передается сигнал с какого-либо датчика. На этот сигнал данный модуль не должен обращать внимания.

1.3.2 Описание работы системы по алгоритму

Для правильного составления алгоритма работы необходимо знать компоненты системы, участвующие в выполнении задания, а также определить последовательность действий.

На рисунке 1.8 представлена схема алгоритма работы модуля датчика. Если есть питание, начинается работа модуля. Происходит чтение номера модуля датчика. Это чтение осуществляется в виде процедуры, в которой происходит измерение, с помощью АЦП, напряжение потенциометра и формирования результата от АЦП специальным регистром. В этом регистре будет храниться определенный номер. Далее триггер флаг задается равным нулю, то есть никаких измерений ещё не сделал. Тут начинает работать система.

Далее измерение параметров датчиков, в этом случае получаем результат в виде числа D, после этого это число с какой-то границей D1, если число D оказалась меньше D1, то метан отсутствует. Если же больше D1 метан присутствует, в этом случае триггер флаг устанавливается в единицу и одновременно с помощью GP3 включается светодиод, то есть метан обнаружен. После этого, когда процесс измерения завершен происходит сравнение состояния входа GP4, если на этом в ходе единица, то значит основной контроллер запрашивает результат или же в процессе сбора

информации, другие модули посылают свою информацию которая воспринимается и этим модулем, чтобы не реагировать на другие модули. длительность сигнала запроса с контролера максимальна и равна T_4 .

Обнаружив наличие 0 на входе GP4, осуществляется повторный опрос состояния этого входного сигнала с задержкой T_3 . Если в этот момент обнаруживается, что 0 сохранился, значит, этот сигнал от контроллера и в этом случае идет подготовка к передаче информации. Для этой цели специальный счётчик СТ записывает N, это адрес или номер сработавшего модуля.

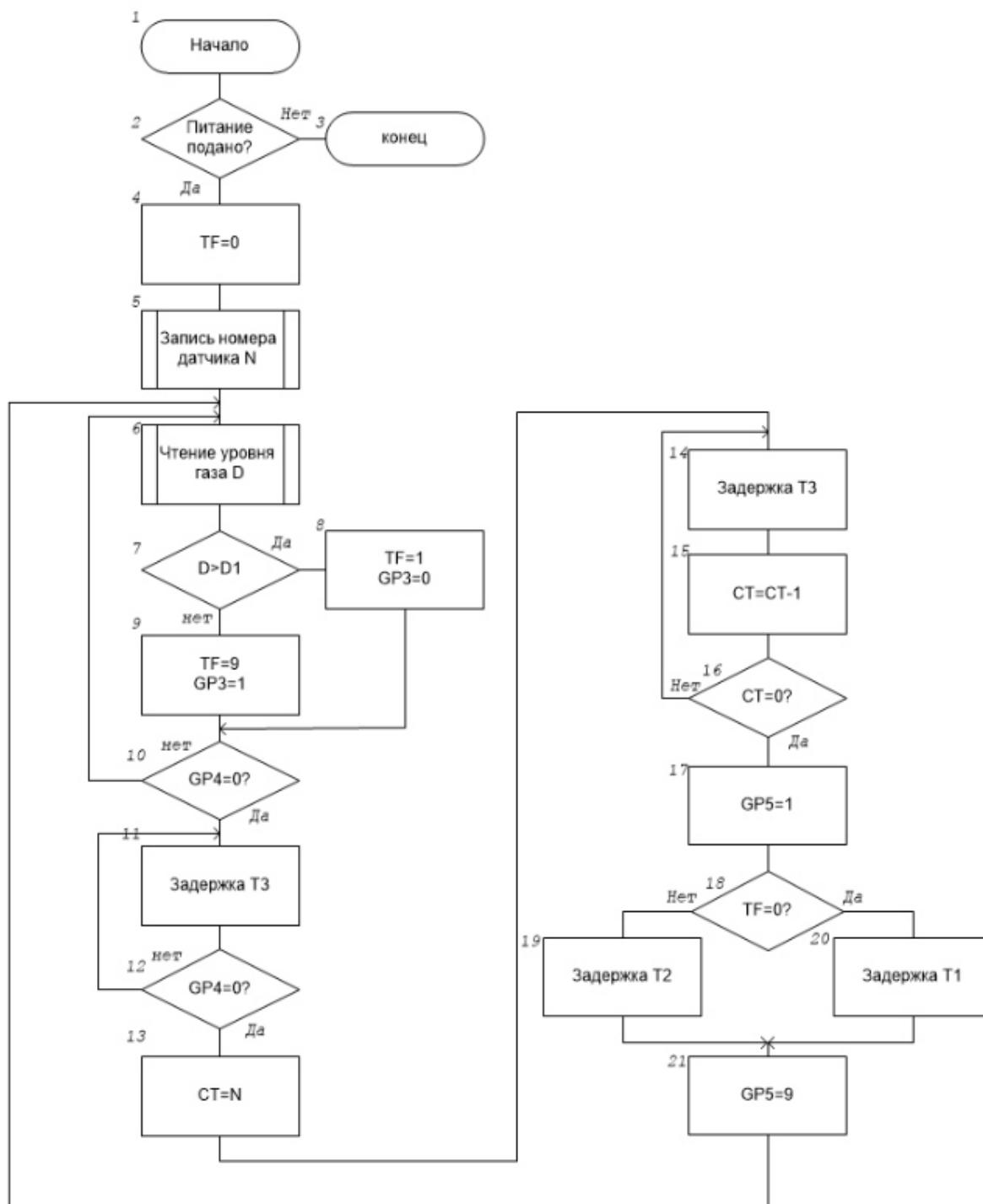


Рисунок 1.8 – Схема алгоритма работы модуля датчика

В процессе обслуживания запросов происходят следующие действия, осуществляется задержка на некоторую величину $T3$ и происходит вычитание из состояния счётчика CT единицы, после проверка на 0, если счётчик не обнулится то процесс задержки и вычитание единицы из счётчика повторяется, до тех пор пока не обнулится.

Как только 0, начинается передача информации по линии связи. В этом случае необходимо опросить состояние триггера флага, если флаг равен нулю, то метана нет, в линию связи с контроллером подается нулевой уровень небольшой продолжительностью по времени T1. Если же метан обнаружен, то триггер флаг равен единице, в этом случае задержка формирования нуля будет больше или равна T2. То есть если счётчик дошел до 0, то сигнал на линии GP5 образуется в виде единицы, транзистор открывается и формирует ноль на линии связи, в зависимости от состояния триггера флага формируется этот 0 продолжительностью T1 если метана нет и продолжительностью T2 если метан есть.

После окончания начинается обслуживание датчика, то есть возврат к вершине, которая производит чтение состояния.

1.4 Разработка схемы электрической принципиальной

Схема электрическая принципиальная – это схема, служащая для передачи, с помощью условных графических обозначений (УГО), связей между элементами устройства. Она позволяет детально разобраться в принципах работы изделия. Для разработки принципиальной схемы необходимо выбрать компоненты, с помощью которых, можно максимально раскрыть потенциал системы. Самым важным элементом системы является микроконтроллер. Поэтому нужно уделить особое внимание при выборе его, так как от его характеристик зависят показатели всей системы.

Методика составления принципиальных схем состоит в том, что перед началом выполнения чертежа, необходимо разбить устройство на функциональные блоки, а именно: выделить питающие элементы, конечные входные устройства и прохождение сигнала до решающего устройства, решающее устройство и обмен данными с другим оборудованием. В лучшем случае, если эти части удастся изобразить на отдельных листах. Движение сигналов схемы всегда имеет направление слева-направо. Предполагается,

что входные конечные устройства расположены в левой части схемы, а выходные конечные устройства – в правой. В то же время ток питания в принципиальных схемах должен быть направлен сверху – вниз. Верхняя часть схемы соответствует большому потенциалу напряжения. Не рекомендуется перегружать схему соединительными проводами, так как главной целью остается показать путь входных информационных сигналов и их движения к решающему устройству. Второстепенные сигналы, желательно, обозначать ссылками. Допускается выносить менее значимые элементы на отдельные листы.

Принципиальная схема представлена в приложении А2.

1.4.1 Выбор датчика

Одним из важнейших компонентов системы можно назвать датчик.

Датчик MQ-2 относится к полупроводниковым приборам. Принцип работы датчика основан на изменении сопротивления тонкопленочного слоя диоксида олова SnO_2 при контакте с молекулами определяемого газа. Чувствительный элемент датчика состоит из керамической трубки с покрытием Al_2O_3 и нанесенного на неё 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.

В сенсоре предусмотрено два режима работы, переключаемых джампером. Нагреватель датчика постоянно включён. Таким образом можно обойтись одним трёхпроводным шлейфом. Второй режим управление нагревателем программно.

Контакты подключения трёхпроводных шлейфов делятся на 2 группы:

- 1) сигнальный (S) — Выходной сигнал сенсора. Подключите к аналоговому входу микроконтроллера;
- 2) питание (V) — Питание датчика. Соедините с рабочим напряжением микроконтроллера;
- 3) земля (G) — Соедините с пином **GND** микроконтроллера.

- 1) сигнальный (E) — Управление питанием нагревателя. Подключите к цифровому пину микроконтроллера;
- 2) питание (H) — Питание нагревателя. Соедините с пином 5V;
- 3) земля (G) — Соедините с пином GND микроконтроллера.

1 2 3 4

A

X1 GND
V VCC
S OUT

PLS-3

X2 GND
V VHE
S HVC

PLS-3

JP1 PLS-2 VHE

U1 MQx

QUT

C1 100nF

R2 10k

Q1 Si2302

R1 value HVC

GND

B

C

TROYKA
MODULE

MQ2: 5k (4.99k-5.1k)
MQ3: 200k
MQ4: 5, 6, 20k
MQ7, 8, 9, 135, 136, 138: 10k
MQ131: 158k (150k)
MQ137: 5.6k

1 2 3 4

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

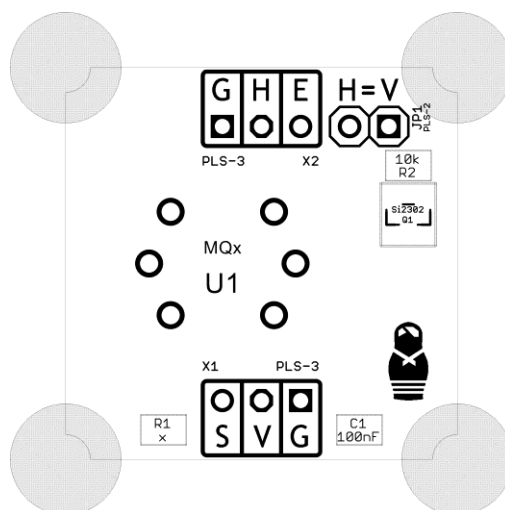


Рисунок 1.10 – Монтажная схема датчика MQ-2

Диапазон измерений:

- пропан: 200–5000 ppm;
- бутан: 300–5000 ppm;
- метан: 500–20000 ppm;
- водород: 300–5000 ppm.

Характеристики:

- напряжение питания нагревателя: 5 В;
- напряжение питания датчика: 3,3–5 В;
- потребляемый ток: 150 мА;
- габариты: 25,4×25,4 мм;
- цена: от 100 до 300 рублей.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ПГУ 1.090501.05.001 ПЗ

Лист

26

1.4.2 Выбор микроконтроллера

Основные действия в разрабатываемом устройстве выполняет контроллер.

Рассмотрим основные характеристики PIC12F675.

Высокопроизводительная РИС архитектура 35 команд. Все команды выполняются за один цикл, кроме команд переходов, выполняемых за два цикла.

- тактовая частота:

- 1) ОС-20МГц, частота тактового сигнала;
- 2) ОС-200нс, длительность машинного цикла.

- память:

- 1) 1024 x14 слов аз памяти программ;
- 2) 64 x8 память данных;
- 3) 128 x8 ЕЕРВОМ памяти данных.

- система прерываний:

- 1) 16 аппаратных регистров специального назначения;
- 2) 8-уровневый аппаратный стек;
- 3) прямой, косвенный и относительный режим адресации.

- характеристика периферийных модулей:

- 1) 6 каналов ввода вывода с индивидуальной настройкой направления данных;
- 2)Высокотоковые выводы для непосредственного подключения светодиодов.

- модуль аналогового компаратора:

- 1) один аналоговый компаратор;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

- 2) программируемый источник опорного напряжения для компаратора (Св);
- 3) программируемый мультиплексируемый вход с другими периферийными модулями.

На рисунках 1.11 и 1.12 представлены схема электрическая структурная и расположение выводов PIC12F675, соответственно.

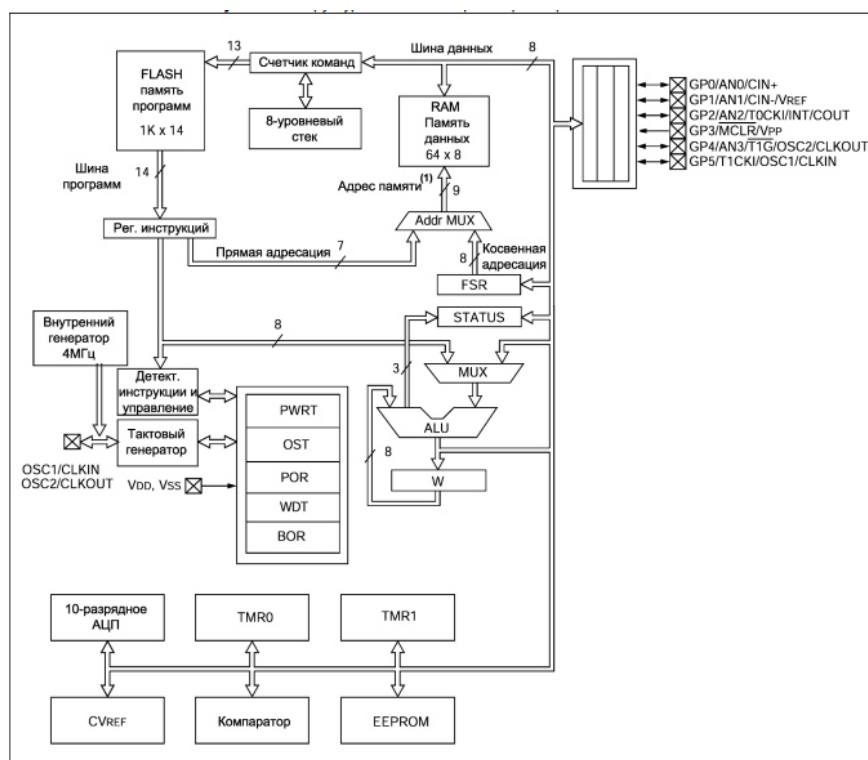


Рисунок 1.11 – Структурная схема контроллера PIC12F675

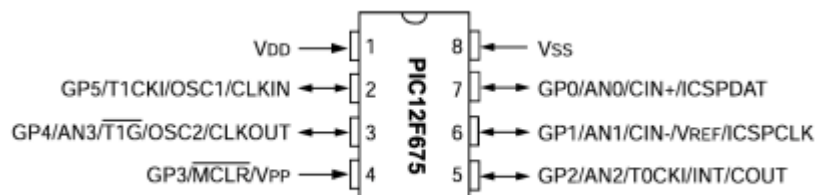


Рисунок 1.12 – Расположение выводов PIC12F675

Таблица 1.1 – Назначение выводов PIC12F675

Обозначение	Функция	Тип входа	Тип выхода	Описание
GP0/AN0/CIN+/ICSPDAT	GP0	TTL	CMOS	Двунаправленный канал ввода/вывода с программируемым подтягивающим резистором и прерыванием по изменению входного сигнала
	AN0	AN		Аналоговый вход 0 АЦП (только в PIC12F675)
	CIN+	AN		Вход компаратора
	ICSPDAT	TTL	CMOS	Вывод данных при программировании
GP1/AN1/CIN-/V _{REF} /ICSPCLK	GP1	ST	CMOS	Двунаправленный канал ввода/вывода с программируемым подтягивающим резистором и прерыванием по изменению входного сигнала
	AN1	AN		Аналоговый вход 1 АЦП (только в PIC12F675)
	CIN-	AN		Вход компаратора
	V _{REF}	AN		Вход опорного напряжения (только в PIC12F675)
	ICSPCLK	ST		Вход тактового сигнала при программировании
GP2/AN2/T0CKI/INT/COUТ	GP2	ST	CMOS	Двунаправленный канал ввода/вывода с программируемым подтягивающим резистором и прерыванием по изменению входного сигнала
	AN2	AN		Аналоговый вход 2 АЦП (только в PIC12F675)
	T0CKI	ST		Вход тактового сигнала для TMR0
	INT	ST		Вход внешних прерываний
	COUТ		CMOS	Выход компаратора
GP3/-MCLR/V _{PP}	GP3	TTL		Вход порта с программируемым подтягивающим резистором и прерыванием по изменению входного сигнала
	-MCLR	ST		Вход сброса
	V _{PP}	HV		Напряжение программирования
GP4/AN3/-T1G/OSC2/CLKOUT	GP4	TTL	CMOS	Двунаправленный канал ввода/вывода с программируемым подтягивающим резистором и прерыванием по изменению входного сигнала
	AN3	AN		Аналоговый вход 3 АЦП (только в PIC12F675)
	-T1G	ST		Вход включения TMR1
	OSC2		XTAL	Вывод для подключения кварцевого/керамического резонатора
	CLKOUT		CMOS	Выход F _{osc} /4
GP5/T1CKI/OSC1/CLKIN	GP5	TTL	CMOS	Двунаправленный канал ввода/вывода с программируемым подтягивающим резистором и прерыванием по изменению входного сигнала
	T1CKI	ST		Вход тактового сигнала для TMR1
	OSC1	XTAL		Вывод для подключения кварцевого/керамического резонатора
	CLKIN	ST		Внешний тактовый сигнал/внешняя RC цепочка
V _{SS}	V _{SS}	Питание		Общий вывод
V _{DD}	V _{DD}	Питание		Напряжение питания

Далее рассмотрим основные характеристики PIC16F876. Согласно RISC архитектуре, контроллер имеет отдельную память программ и данных. Счётчик команд (PC) и регистр статуса (STATUS) также имеют свои адреса и доступны как регистры. Все периферийные устройства адресуются как регистры памяти данных. Присутствие в наименовании микроконтроллера буквы F обозначает наличие FLASH-памяти программ, буква C обозначает использование CMOS-технологии (комплементарная металл-окисел-полупроводник технология). Для большинства разновидностей микроконтроллеров PIC напряжение питания составляет от 4 до 5.5 вольт если микросхема не символа L в своём наименовании и от 2 до 5.5 вольт если

буква L присутствует в наименовании. Корпус: буква P обозначает пластмассовый корпус типа DIP. Контроллер PIC16F876 имеет несколько особенностей, таких как сброс питания при уменьшении напряжения ниже допустимого значения, отдельные биты защиты для младшей и старшей половин ПЗУ и программирование без второго источника питания при питании 5 вольт. На выполнение любой команды требуется четыре такта синхронизации, за исключением команд ветвления, которые при невыполнении условия требуют еще четыре такта для исполнения команды NOP вместо пропускаемой команды. Контроллер PIC16F87х имеет десятиразрядный аналого-цифровой преобразователь (АЦП) с селектором (аналоговым коммутатором) на входе, позволяющем выбирать один из пяти источников напряжения у 28 ножечных микросхем и один из восьми – у 40 ножечных. Кроме того, имеется возможность задавать верхнее или оба опорные напряжения, определяющие допустимый диапазон изменения входных аналоговых сигналов. После окончания преобразования АЦП вырабатывает прерывание, которое можно запретить в регистре PIE1. Результат преобразования хранится в регистрах ADRESH по адресу 1Eh и ADRESL по адресу 9Eh. Конфигурация АЦП задается регистрами ADCON0 по адресу 1Fh и ADCON1 по адресу 9Fh. Седьмой бит регистра ADCON1 позволяет выбрать режим выравнивания результата. Если он равен 1, то регистр ADRESH содержит старшие два бита результата, а регистр ADRESL – младшие восемь, а если он равен 0, то регистр ADRESH содержит старшие восемь бит результата, а регистр ADRESL в старших двух битах содержит младшие два бита результата. Младшие четыре бита регистра ADCON1 определяют конфигурацию входов.

Таблица 1.2 – Назначение выводов PIC16F876

Ножка	Название	Назначение
1	MCLR/Vpp/THV	Сброс (нулевым уровнем), либо напряжение питания при программировании
2	RA0/AN0	RA0/Нулевой вход АЦП
3	RA1/AN1	RA1/Первый вход АЦП
4	RA2/AN2/Vref-	RA2/Второй вход АЦП/Нижнее опорное напряжение
5	RA3/AN3/Vref+	RA3/Третий вход АЦП/Верхнее опорное напряжение
6	RA4/T0CKI	RA4 имеет открытый сток, если сконфигурирован как выход/Вход импульсов Timer0
7	RA5/SS/AN4	RA5/Четвертый вход АЦП/Один из входов SSP
8	Vss	Земля
9	OSC1/CLKIN	Вход тактовой частоты/один из выводов кварца
10	OSC2/CLKOUT	Выход тактовой частоты/один из выводов кварца
11	RC0/T1OSO/T1CKI	RC0/один из выводов кварца для Timer1/Вход для Timer1
12	RC1/T1OSI/CCP2	RC1/один из выводов кварца для Timer1/Вход CCP2
13	RC2/CCP1	RC2/Вход CCP1
14	RC3/SCK/SCL	RC3, а также при использовании SSP
15	RC4/SDI/SDA	RC4, а также при использовании SSP
16	RC5/SDO	RC5, а также при использовании SSP
17	RC6/TX/CK	RC6, а также при использовании SSP или USART
18	RC7/RX/DT	RC7, а также при использовании SSP или USART
19	Vss	Земля, общий провод, нулевой потенциал
20	Vdd	Положительное напряжение питания
21	RB0/INT	RB0/Вход прерывания
22	RB1	RB1
23	RB2	RB2
24	RB3/PGM	RB3/Вход программирования
25	RB4	RB4
26	RB5	RB5
27	RB6/PGC	RB6/Вход программирования
28	RB7/PGD	RB7/Вход программирования

Область управляющих регистров содержит регистры ядра и регистры периферийных устройств. Для всех контроллеров PIC16 регистры ядра одинаковы и доступны в страницах памяти данных. Регистры периферийных устройств служат для связи с портами, таймерами и т.д. В зависимости от контроллера регистры могут отсутствовать или находиться на других адресах памяти, поэтому в основном описание регистров приводится вместе с описанием соответствующих устройств. Данные по всем регистрам ядра приведены в таблице 2.

Таблица 1.3 – Управляющие регистры

Адрес	Имя	7	6	5	4	3	2	1	0
00h	INDF	Данные при косвенной адресации							
02h	PCL	Младшие биты счетчика команд							
03h	STATUS	IRP	RP1	RP0	TO	PD	Z	DC	C
04h	FSR	Адрес при косвенной адресации							
0Ah	PCLATH	-	-	-	Старшая половина адреса				
0Bh	INTCON	GIE	PEIE	TOIE	INTE	RBIE	TOIF	INTF	RBIF

Регистр PCL является счетчиком команд. Запись в него или изменение его значения в результате арифметической операции вызывает переход в другое место программы. Поскольку адрес имеет более 8 разрядов, при таком переходе в качестве старшей половины адреса берется регистр PCLATH, так что его необходимо установить перед изменением PCL. Необходимо также устанавливать PCLATH перед переходом между страницами памяти программ, так как старшие биты PCLATH используют все команды перехода [1]. Регистр STATUS содержит флаги и биты страниц памяти данных RP0 и RP1. Назначение всех битов регистра приведено в таблице 3

Таблица 1.4 – Регистр STATUS

Бит	Имя	Назначение
7	IRP	9 бит номера регистра при косвенной адресации
6	RP1	Номер банка данных при прямой адресации
5	RP0	
4	TO	При нуле – сброс от WDT. Иначе по другой причине
3	PD	При нуле – сброс после выполнения SLEEP
2	Z	Флаг нулевого результата
1	DC	Дополнительный перенос между 3 и 4 битами
0	C	Переполнение, используется при всех сдвигах

Регистр FSR во всех контроллерах задает номер регистра при косвенной адресации. Если объем адресуемой памяти данных превышает 256 байт, в качестве дополнительного бита используется бит IRP регистра STATUS. При косвенной адресации в качестве операнда используется регистр INDF с адресом 00h, который на самом деле указывает на регистр, адрес которого находится в FSR [1]. Регистр INTCON содержит флаги

основных разрешенных прерываний, а также флаги, определяющие источник прерывания. Назначение всех битов регистра приведено в таблице 4.

Таблица 1.5 – регистр INTCON

Бит	Имя	Назначение
7	GIE	Установленный бит разрешает все прерывания
6	PEIE	Разрешает прерывания от аппаратуры
5	TOIE	Разрешает прерывания от Timer0
4	INTE	Разрешает прерывания от входа RB0/INT
3	RBIE	Разрешает прерывания при изменении состояния на входах PORTB
Бит	Имя	Назначение
2	TOIF	Произошло переполнение Timer0
1	INTF	Запрос на прерывание по входу RB0/INT
0	RBIF	Изменилось состояние входов порта PORTB

Биты 0, 1 и 2 устанавливаются при наступлении необходимых условий, даже если прерывания от этих источников запрещены битами 3..5. Эти биты должны сбрасываться программно для предотвращения повторного прерывания. Бит GIE сбрасывается при входе в процедуру обработки прерывания и устанавливается командой RETFIE, поскольку не предусматривается вложенность процедур обработки прерывания. Бит PEIE разрешает прерывания от периферии, более детально определенные в регистрах PIR1,2 и PIE1,2. У контроллеров, имеющих менее развитую периферию, этот бит не используется и всегда должен быть равен нулю. Регистр OPTION_REG имеет адрес 81h и позволяет конфигурировать Timer0, вход прерывания, предварительный делитель и включать резисторы на входах PORTB. Этот регистр имеется у всех контроллеров PIC16, так как минимум интерфейсной части это Timer0 и порты PORTA и PORTB, например, у PIC16F84. Назначения битов этого регистра приведены в таблице 1.4.6. Расположение выводов приведено на рисунке 1.13.

Таблица 1.6 – Регистр OPTION_REG

Бит	Имя	Назначение
7	RBP	0 разрешает подтяжку входов PORTB к напряжению питания
6	INTEDG	Выбор фронта прерывания с входа RB0/INT. При 1 прерывание генерируется при переходе из 0 в 1.
5	T0CS	При 1 Timer0 подсчитывает фронты согласно биту T0SE на входе RA4/T0CKI, при нуле – циклы команд, т.е. частоту в четыре раза меньше тактовой.
4	T0SE	1 – Прибавление Timer0 при переходе из 1 в 0, при 0 – из 0 в 1.
3	PSA	1 – делитель подключен к WDT, 0 – к Timer0
2	PS2	Коэффициент деления делителя согласно таблице 7.
1	PS1	
0	PS0	

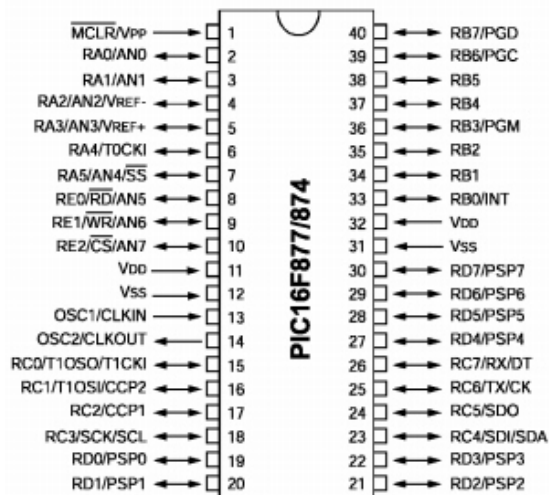


Рисунок 1.13 – Расположение выводов PIC16F876

1.4.3 Выбор интерфейса связи с персональным компьютером

I2C-интерфейс специально разрабатывался для связи микросхем внутри устройства, что указывается уже в названии интерфейса: Inter-Integrated Circuit. Данный интерфейс требует только двух линий связи, обе из которых являются двунаправленными, и сразу определяет возможность адресации до 112 устройств. Схема подключения модулей приведена на рис. 1.14.

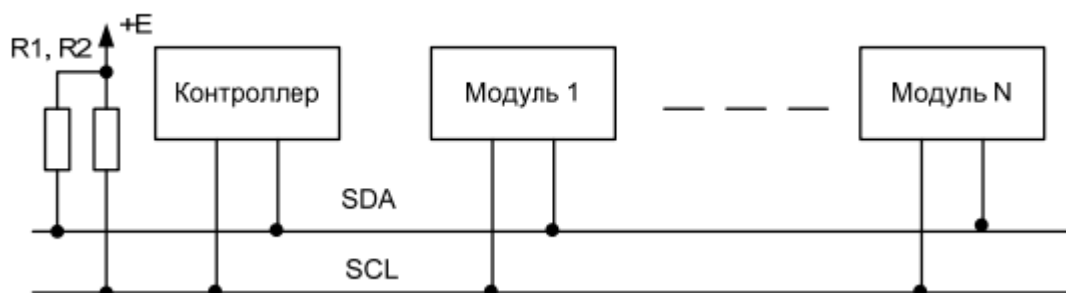


Рисунок 1.14 - Схема подключения модулей по интерфейсу I2C

Интерфейс I2C содержит две линии связи SDA и SCL, предназначенные для передачи данных и синхросигнала соответственно. Обе линии являются двунаправленными. Временные диаграммы работы линий предложены на рисунке 1.15 для двух режимов работы. а) б)

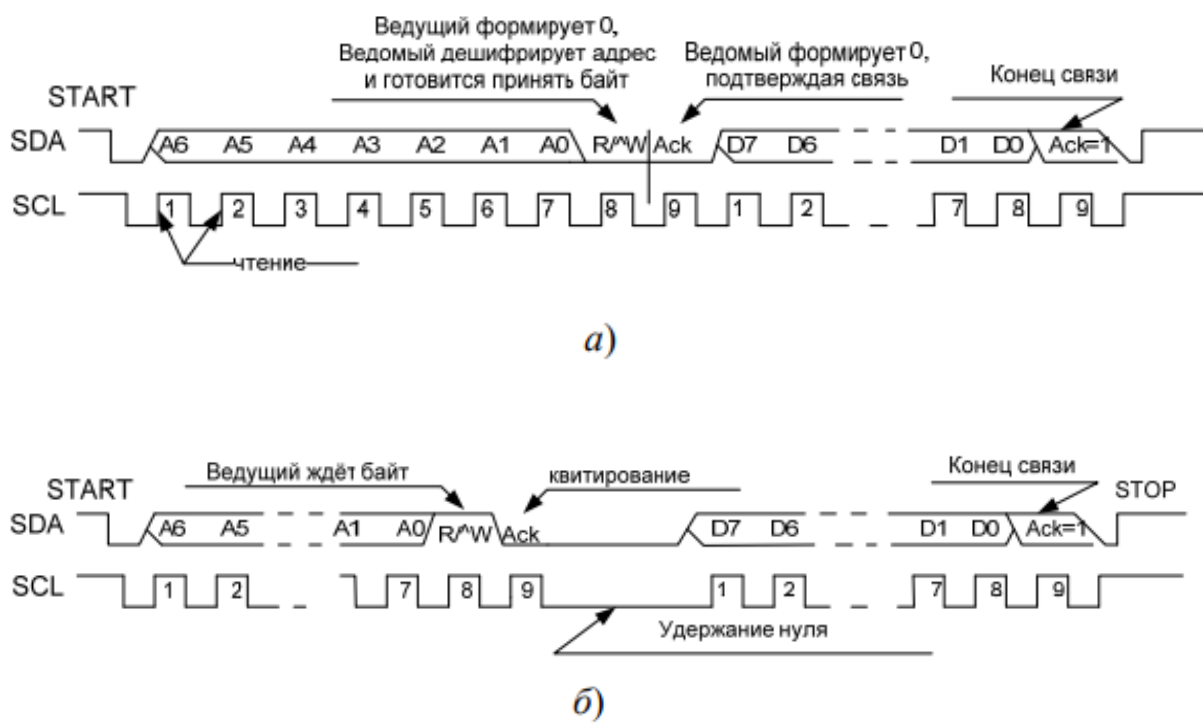


Рисунок 1.15 - Временные диаграммы работы интерфейса для двух режимов:
а – временные диаграммы записи в ведомый модуль; б – временные диаграммы приёма информации ведущим модулем

Семейство интерфейсов RS485 также основано на асинхронной передаче данных, но в качестве среды передачи используют витую пару с

дифференциальными сигналами. Уровни сигналов порядка 5 В, но благодаря специальным требованиям к проводам, согласованию передатчиков и линии связи, а также дифференциальной передаче сигналов дальность передачи данных достигает 1,5 км. Интерфейс RS485 использует одну пару проводников А и В, поэтому передача данных по данному интерфейсу полудуплексная. При использовании длинной линии связи обязательным требованием является установка резисторов на концах линии связи с сопротивлением, равным волновому сопротивлению кабеля. На одну шину может быть подключено несколько устройств, конкретное количество зависит от применённых микросхем приемопередатчиков.

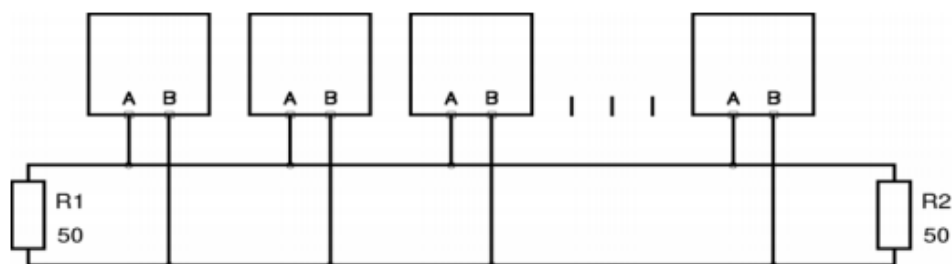


Рисунок 1.16 – Подключение устройств к шине RS485

Интерфейс RS232 разрабатывался для связи между собой терминала и мейнфрейма в те времена, когда компьютеры были большие и занимали отдельную комнату. Исходя из этой потребности, был разработан помехозащищённый интерфейс, обеспечивающий дуплексную передачу данных на расстояние до 15 м. Впоследствии данный интерфейс широко использовался в телекоммуникационном оборудовании – модемах. Полный интерфейс содержит кроме линий для передачи данных линии аппаратного управления приёмо-передающим оборудованием: наличие данных в передатчике, возможность приёма данных приёмником и даже специальную линию для обозначения входящего звонка. В настоящее время эти линии используют редко, а сам интерфейс чаще всего содержит только три линии:

RxD, TxD, GND. На рисунке 1.17 предложены временные диаграммы работы интерфейса связи датчиков в системе.

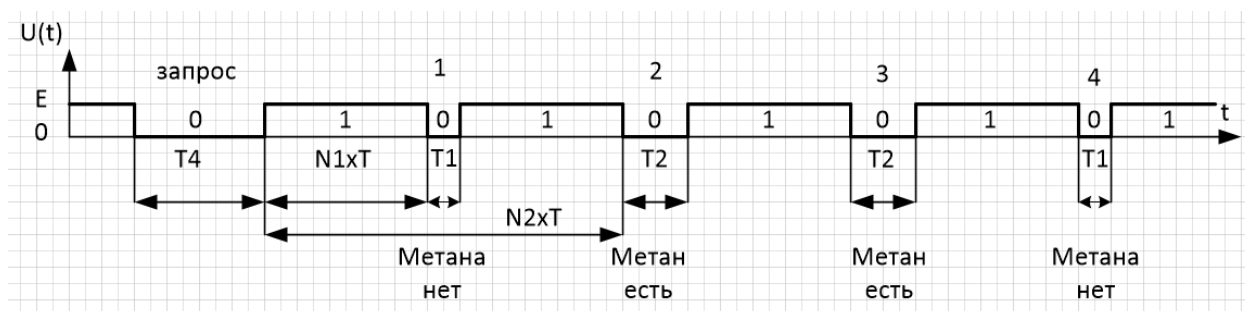


Рисунок 1.17 – Временная диаграмма работы интерфейса связи

По сигналу запроса длительностью $T4$, управляющий контроллер обращается к датчикам сигнализируя начало приёма информации. Каждый модуль датчика, имеет определенный номер, который формируется при включении питания, путем считывания величины напряжения с потенциометра. Потенциометр каждого датчика настраивается на определенный уровень напряжения, двоичный код этого напряжения является номером датчика.

По окончании нулевого сигнала запроса через время $N1xT$ начинается передача информации первым модулем датчика. В данном случае предполагается, что в этом модуле не обнаружено наличие метана, следовательно, длительность формируемого нулевого сигнала минимальна и равна $T1$, при этом $N1$ тот самый код, который считается аналого-цифровым преобразователем с потенциометра в начале работы системы. Второй датчик формирует сигнал длительностью $T2$ больше чем $T1$. Это говорит о том, что этот датчик обнаружил наличие метана и в ответ на это контроллер не только фиксирует номер этого датчика, учитывая состояние текущего значения счётчика датчиков, но и записывает этот номер в регистр, сработавших датчиков.

Следующий датчик с номером 3, также фиксирует наличие метана. Номер этого датчика, который автоматически формируется в счетчике контроллера, фиксируется в памяти во втором регистре, суммируется единица в том разряде индикатора, который считает количество сработавших датчиков. Четвертый датчик формирует короткий сигнал, хотя счётчик фиксирует состояние 4 в ответ на этот сигнал, но состояние счётчика в этом случае не записывается в память контроллера, поскольку датчик показал отсутствие метана. Досчитав до максимального количества датчиков, которое устанавливается при написании программы, контроллер формирует сигнал тревоги, если были сработавшие датчики и начинает новый цикл чтения. Но тревога уже подана значит оператор должен выполнить необходимые действия. Если присутствует персональный компьютер, то по интерфейсу будет передана информация о наличии метана.

Нажимая на кнопку, можно перебирать до 9 зафиксированных событий о метане, причём в 1-разрядном индикаторе фиксируется очередной номер сработавшего датчика, адрес которого определяется путем выборки из соответствующего регистра информация об этом адресе.

Поскольку быстродействие в нашем случае не является критерием, можно использовать классический вариант связи с помощью асинхронного интерфейса RS-232. Типичным представителем микросхемы интерфейса в этом случае является микросхема фирмы Maxsim

1.4.4 Выбор микросхемы для интерфейса

MAX232 – интегральная схема, преобразующая сигналы последовательного порта RS-232 в сигналы, используемые в цифровых схемах на базе ТТЛ или КМОП технологий. MAX232 работает приёмопередатчиком и преобразует сигналы RX, TX, CTS и RTS.

Микросхема MAX232 поддерживает уровень выходного напряжения, используемый в RS-232 (приблизительно $\pm 7.5\text{В}$), преобразуя входное напряжение $+5\text{В}$ при помощи схемы на переключаемых внешних конденсаторах. Это упрощает реализацию RS-232 в устройствах, работающих при напряжении питания $+5\text{В}$, так как не требуется усложнять источник питания только для того, чтобы использовать RS-232.

Входное напряжение от RS-232, которое может достигать $\pm 30\text{ В}$, снижается до стандартных 5 В , используемых в транзисторно-транзисторной логике. Входы имеют средний порог 1.3 В и средний гистерезис 0.5 В .

Когда микросхема MAX232 получает на вход логический "0" от ТТЛ, она преобразует его в напряжение от $+5$ до $+15\text{В}$, а когда получает логическую "1" - преобразует её в напряжение от -5 до -15В , и по тому же принципу выполняет обратные преобразования от RS-232 к ТТЛ. Такая "инверсия" уровней обусловлена стандартом RS-232.

1.4.5. Выбор схемотехники модуля индикации

При выборе индикации основное внимание пало на светодиодную индикацию.

Светодиодные индикаторы – это электронное устройство, которое показывает определенную информацию и служит для визуального контроля над процессами и сигналами. Это самый простой способ для отображения символьной информации.

Она обладает более высокой скоростью реакции, повышенной яркостью, низким потреблением питания, обзорность до ста шестидесяти градусов и меньшей стоимостью.

Для выполнения поставленной задачи необходимо два вида светодиодной индикации: двухразрядная, для вывода номера датчика; одnorазрядная, для вывода количества сработавших датчиков. Нумерация их выводов представлены на рисунке 1.18.

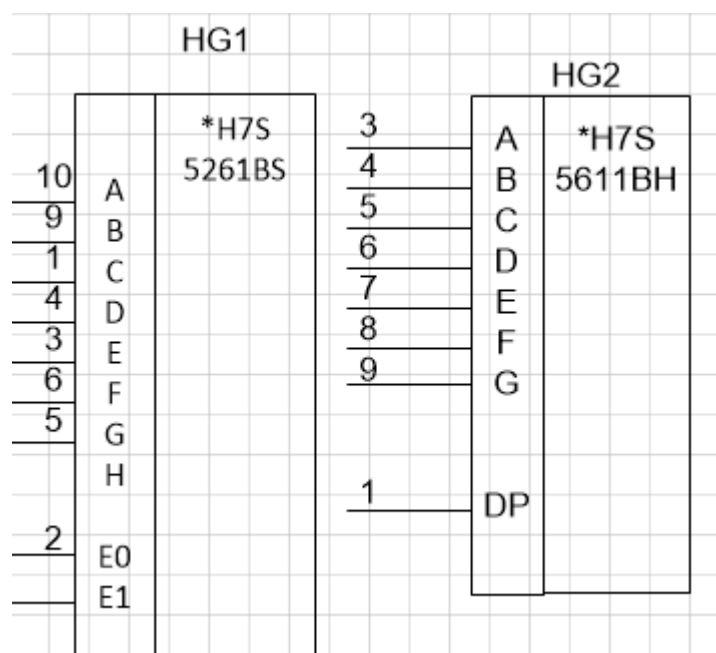


Рисунок 1.18 – Нумерация выводов индикаторов

Светодиодный 7-сегментный индикатор предназначен для вывода цифровой и символьной индикации.

Светодиодный индикатор - это устройство, в котором светодиоды расположены в определенном порядке, благодаря включению которых можно добиться отображения определенной информации.

Внешний вид двухразрядного семисегментного красного индикатора 5261BS с общим анодом представлен на рисунке 1.19.



Рисунок 1.19 – внешний вид двухразрядного индикатора

Внешний вид одnorазрядного красного индикатора 5611ВН с общим анодом представлен на рисунке 1.20.

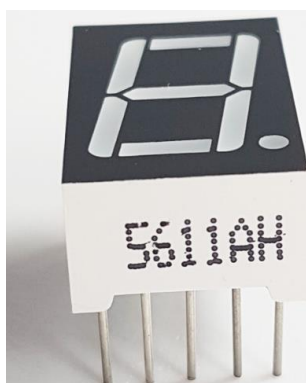


Рисунок 1.20 – внешний вид одnorазрядного индикатора

1.4.6 Описание работы системы по схеме электрической принципиальной

Система содержит модуль контроллера, который собирает информацию от датчиков и формирует при необходимости сигнал тревоги, а также содержит множество модулей датчиков, которые обеспечивают необходимой информацией. Целесообразно рассмотреть работу каждого из этих модулей в специальных параграфах.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

1.4.6.1 Описание работы модуля контроллера

Принципиальная схема представлена на рисунке 1.21 и в приложении А.3 на чертеже.

Модуль содержит микроконтроллер DD1, интерфейс rs-232 DD2, стабилизатор напряжения DA1, дешифраторы DD3 и DD4, модуль индикации HG1, HG2, HG3 кроме того у модуля имеются входные и выходные разъемы XP1, XP2, XP3 XP4.

Рассмотрим особенности работы некоторых микросхем, используемых в модуле.

DD1 это микроконтроллер PIC16F876. Именно этот контроллер обеспечивает работу схемы в соответствии с необходимым алгоритмом управления всеми другими компонентами модуля.

DD2 эта микросхема позволяет преобразовать логические уровни сигналов при обмене с микроконтроллером в сигналы работы интерфейса RS-232. Особенностью этой микросхемы является приём сигнала с линии с амплитудой плюс минус 10В, выдача на разъём XP2 сигнала с амплитудой плюс минус 1 В, а контроллер при обмене с этой микросхемой формирует свои обычные логические уровни 0В и + 5В. Питание этой микросхемы стандартное, то есть +5В, а наличие во внешних цепях множества конденсаторов позволяет внутри этой микросхемы осуществлять преобразование цифровых уровней в сигналы с амплитудой плюс минус 10В.

Микросхемы дешифраторов DD3 и DD4 осуществляют преобразование двоичного кода в сигналы управления сегментами блоков индикации. Особенностью этих дешифраторов является то, что они при формировании управляющих сигналов ограничивают ток в выходных цепях, то есть при работе со светодиодными индикаторами не требуется во внешней цепи, ставить дополнительные токоограничивающие резисторы. У этих

					ПГУ 1.090501.05.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

дешифраторов имеется возможность запоминания четырехразрядного двоичного кода в регистрах, которые встроены в эти микросхемы, но эта возможность не используется, поскольку контроллер обеспечивает постоянство цифровых сигналов в течение всего интервала работы дешифратора. Интерес составляет организация цифровой индикации, существует статическая и динамическая индикация при использовании семисегментных микросхем, при статической индикации требуется постоянство управляющих сигналов на всех разрядах цифрового индикатора, при динамической индикации реализуется принцип кратковременного формирования в разряде цифрового индикатора управляющей информации. Если цифровой индикатор двухразрядный, как сделано в индикаторе HG1, то первый разряд получает управляющую информацию с дешифратора и разрешается работа именно этого разряда, с помощью специальных транзисторов VT2 и VT3. При необходимости свечения сегментов первого разряда, транзистор VT2 подает питание именно на светодиоды этого разряда. После окончания времени свечения первого разряда, контроллер начинает выдавать в двоичном коде ту цифру, которая должна быть воспроизведена во втором разряде этого же индикатора. В этом случае VT3 формирует разрешающий сигнал подачи напряжения + 5В на второй разряд этого индикатора, а индикаторы HG2 и HG3 работают как два индивидуальных модуля, но управляются этими же транзисторами.

Рассмотрим некоторые дополнительные компоненты этой схемы.

Для обмена информацией модуля контроллера с датчиками, о состоянии газовой магистрали, используется разъем XP1. Сигнал с этого разъема формируется с помощью транзистора VT1, который управляется с пятого разряда порта А, а принимается по этому же проводу информация от датчиков на вход три порта А.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Процедура обмена реализуется следующим образом. Контроллер формирует на пятом разряде порта А уровень логической единицы, этот сигнал открывает транзистор VT1, который на линии интерфейса формирует нулевой уровень, продолжительность этого уровня равна T4. Этот сигнал вызывает реакцию всех модулей датчиков. Определив, что контроллер выдает на интерфейс связи нулевой уровень большой длительности, датчики начинают обеспечивать, разделённую во времени, передачу информации на модуль контроллера. То есть после окончания этого импульса модуль датчика, который имеет номер 1, реагирует на этот сигнал максимально быстро и начинает передачу информации. В этом случае транзистор VT1 уже закрыт и информация с линий принимается третьим разрядом порта А. Датчик может сформировать короткий сигнал длительностью T1, если метан не обнаружен или длинный сигнал длительностью T2, если метан обнаружен. Контроллер реагирует на этот сигнал, во-первых, счётчики числа модулей датчиков подсуммируют единицу и в зависимости от результата записывают с этого счётчика информацию в специальный регистр, если датчик обнаружил метан или же не записывает информацию. Спустя некоторые интервалы времени следующие датчики передают информацию и процедура реакции контроллера на этот сигнал повторяется, то есть в регистрах контроллера накапливается информация о номерах датчиков, в которых обнаружен метан. Количество одновременно сработавших датчиков, как предусмотрено в схеме не превышает 9 датчиков. С помощью кнопки SB1 по окончании процедуры считывания информации, можно сбросить полученную информацию и во всех разрядах индикаторов сформируется 0 или же, если обнаружен метан то в 1 разрядном индикаторе HG2 формируется количество сработавших датчиков, а в одноразрядном индикаторе HG3 формируется цифра от 0 до 9, которая указывает какое событие выдаётся на индикаторе HG1, то есть этот индикатор воспринимает информацию с регистра, который фиксирует номер сработавшего датчика. С помощью SB2 и SB3 можно менять номер

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

1.4.6.2 Описание работы модуля датчика

Модуль состоит из стабилизатора напряжения DA1, датчика DA2 и микроконтроллера DD1. Схема работы модуля следующая. На разъем XP1, поступает напряжение величиной до 12В, стабилизатор DA1 преобразует это напряжение в 5В. Напряжение питания подается на датчик DA2 и на контроллер DD1. Спустя некоторое время нагревается специальный элемент из-за чего датчик входит в рабочий режим, с этого момента датчик производит анализ воздуха на наличие метана, при этом светодиод WD1 не

светится. Результат работы датчика формируется в виде напряжения, которое выделяется на резисторе R2. Сопротивление этого резистора может подбираться при настройке модуля. Если датчик обнаруживает наличие метана, то сопротивление выходной цепи датчика уменьшается и напряжения на резисторе R2 увеличивается. Аналого-цифровой преобразователь который входит в состав контроллера, производит постоянные преобразования падения напряжения на R2 в соответствующий цифровой код, этот код сравнивается контроллером с граничными значениями и если напряжения на резисторе R2 преодолело некоторый уровень, то контролер формируют сигнал превышения нормы метана в воздухе. При этом включается светодиод, сигнализируя о наличие метана, одновременно в контроллере формируется признак наличия метана виде единичного уровне некоторого триггера. Процесс измерения и формирования результата происходит непрерывно, информация о наличии газа (метана) формируется датчиком на контакте разъема XP1 (контакт 2) при этом датчик настроен таким образом, что требует опроса состояния от внешней магистрали, как только по линии связи с внешним контроллером поступает на кратковременный импульс виде логического 0, датчик, анализируя этот вход, производит следующие действия. Запускает определенный алгоритм обслуживания запросов на информацию. А затем переводит вывод порта, который принял сигнал из состояния приема информации, в не рабочее состояние. После чего начинается процесс формирования результата датчиком, при этом датчик настроен с помощью потенциометра P1 таким образом, что отвечать на запрос будет через определенный интервал времени. А происходит это следующим образом. Аналого-цифровой преобразователь при поступлении запроса на информацию, опрашивает уровень напряжения с потенциометра P1, при этом формируется определенный код, контроллером умножаются на определенное постоянное число, тем самым определяет время через какое датчик будет выдавать результат измерения с датчика, при этом через настроенный интервалы времени датчик сформирует кратковременный

					ПГУ 1.090501.05.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

импульс с помощью транзисторов VT1 виде 0 на линии или продолжительный импульс, тем самым при продолжительном импульсе датчик указывает на наличие метана, контроллер который сформировал запрос на информацию считает импульсы от датчиков, которые формируют результаты измерений на общем проводе, причем каждый датчик выдает результат в строго определенное время. Контроллер, запросивший информацию, принимая нулевой уровень с датчика, производит опрос состояния датчика, через некоторые интервалы времени и если через эти интервалы времени, уровень нуля сохраняется, с выбранного модуля датчика, то контроллер воспринимает это как сигнал наличия метана, при этом он формирует на двух разрядной индикации номер сработавшего датчика и подсчитывает количество датчиков, с помощью одноразрядного индикатора, формируя информацию для оператора. В результате сбора информации со всех датчиков в контроллере формируется количество сработавших датчиков и в памяти хранятся номера этих датчиков. Одновременно контроллер, реагируя на наличие метана, формирует сигналы тревоги, поскольку процесс опроса датчиков происходит периодически и с высокой скоростью, управляющий контроллер, оперативно проверяет наличие метана во всех точках контроля.

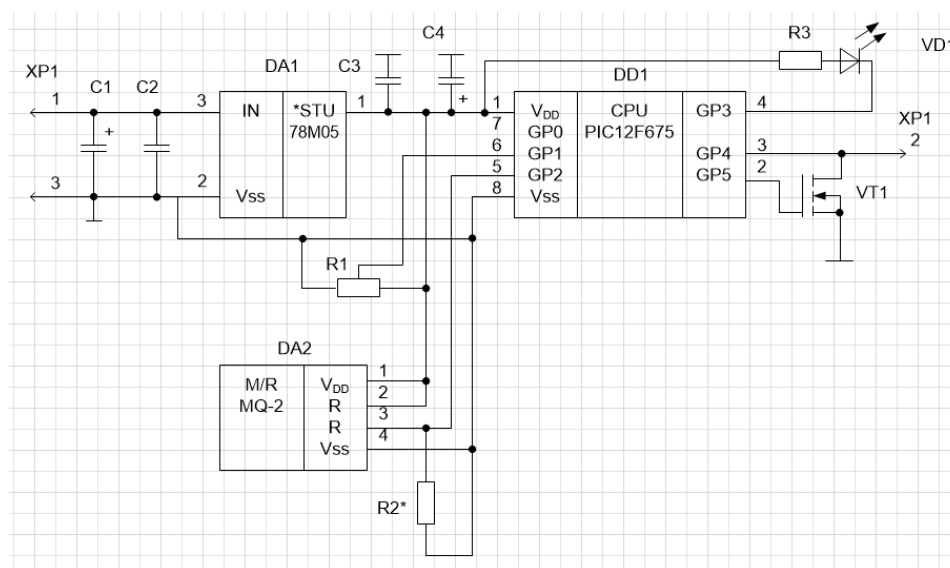


Рисунок 1.22 – Принципиальная схема модуля датчика

2 Технология изготовления печатных плат

Для производства устройства используется новая печатная плата, на которой будут установлены микросхемы, микроконтроллер, светодиодные индикаторы. Поэтому рассмотрим некоторые вопросы, связанные с изготовлением печатных плат. Для устройства будут изготовлены две односторонних печатных платы.

2.1 Методы изготовления печатных плат

На сегодняшний день используют следующие способы изготовления печатных плат: аддитивные, субтрактивные и полуаддитивные.

Субтрактивный способ (subtraction – отнимать) – процесс получения проводящего рисунка, заключается в избирательном удалении участков проводящей фольги путем травления.

Аддитивный способ (additio – прибавлять) – процесс в избирательном осаждении проводящего материала на нефольгированный материал основания.

Полуаддитивный способ – процесс предусматривает предварительное нанесение тонкого (вспомогательного) проводящего покрытия, в последствии удаляемого с пробельных мест.

Конструирование печатных плат производят с учетом следующих методов изготовления: комбинированного позитивного для ДПП (двусторонние печатные платы), химического для ОПП (односторонние печатные платы), ГПП, ГПП (гибкие печатные платы), электрохимического (полуаддитивного) для ДПП; металлизации сквозных отверстий для МПП (многослойные печатные платы). Все рекомендуемые методы (кроме полуаддитивного) являются субтрактивными.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

2.2 Описание технологического процесса изготовления печатных плат химическим методом

Химический метод или метод травления фольгированного диэлектрика. Он заключается в том, что на медную фольгу, приклеенную к диэлектрику, наносят позитивный рисунок структуры схемы ПП. Последующим травлением устраняется металл с незащищенных участков и на диэлектрическом основании образуется требуемая структура элементов (печатные проводники, шины "земли", контактные площадки, "питания" и др. элементы) ПП, соответствующая электрической принципиальной схеме. Наиболее популярными вариантами этого метода считается фотохимический и сеточно-химический, которые различаются методом нанесения защитного слоя (трафаретная печать или фотопечать). Схема типового технологического процесса показана на рисунке 2.1.



Рисунок 2.1 – Схема типового технологического процесса изготовления ПП химическим методом.

Подготовку фольги выполняют вращающимися латунными или капроновыми щетками. На поверхность фольги наносят смесь маршалита и венской извести. После зачистки желательно получение поверхности фольги в пределах 2,5...1,25 мкм, что осуществляет хорошую адгезию фоторезиста и простое удаление его при проявлении.

Независимо от механической очистки во всех случаях проводят химическую зачистку фольги и нефольгированных поверхностей платы. Ее делают в щелочных растворах с последующей промывкой в деионизованной воде. Для нейтрализации щелочи и устранения окисления платы подвергают декапированию в растворах соляной и серной кислоты. Качество очистки влияет на все следующие операции технологического процесса.

Нанесение слоя фоторезиста производят на подготовленную поверхность фольги слоя фоторезиста и делают его сушку в течение 15-20 минут при температуре 65°C.

Экспонирование осуществляется при использовании фотошаблона с негативным изображением схемы (топологии) в вакуумной светокопировальной раме для засвечивания.

Источником света используют дуговые ртутные и люминесцентные лампы. Для получения резкого изображения требуется плотный контакт между фотошаблоном и фоторезистом.

Проявление схемы заключается в промывке растворимых участков фоторезиста, находящихся под темными местами негатива. Для фоторезистов негативного действия в качестве проявителей применяют спиртовые смеси. Время проявки (2-3 минуты) зависит от толщины фоторезиста.

Проявление выполняется в двух ваннах. В первой ванне устраняется большая часть фоторезиста, а во второй ванне осуществляется тонкое проявление. Загрязнение проявителя во второй ванне будет небольшим и действие его в течение большего времени будет стабильным.

Качество данного слоя можно проверить путем погружения платы в раствор с красителем. Окраска позволяет визуально найти наличие дефектов в слое фоторезиста.

Неизбежные дефекты эмульсионного слоя убираются ретушированием (обычно эмалью НЦ—25). При этой закрывают точечные отверстия, раковины, а также устраняют излишки фоторезиста. Трудоемкость ретуширования напрямую зависит от числа дефектов и составляет в среднем

					ПГУ 1.090501.05.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

10 мин. на плату. Снижение трудоемкости ретуширования возможно за счет увеличения чистоты и обеспыленности рабочего пространства.

Полученный защитный слой подвергается химическому дублению в растворе ангидрида и тепловому дублению (выдержка в термостате при $t = 60^{\circ}\text{C}$ в течение 40...60 минут). Необходимость операции задубливания определяется в каждом конкретном случае, так как она уменьшает адгезию фоторезиста.

Дальнейшие этапы будут общими для плат, изготавливаемых сеточно-химическим и фотохимическим методами.

Травление – процесс устранения слоя металла для получения нужного рисунка схемы. Процесс травления включает в себя предварительную очистку, травление металла, очистку после травления и удаления краски фоторезиста.

Механическая обработка платы заключается в фрезеровании по контуру или штамповании и получении отверстий. Для устранения пыли и загрязнений плату обдувают сжатым воздухом.

Проводящий рисунок (топологию) получают субтрактивным способом, а металлизация отверстий осуществляются электрохимическим методом (рисунок 2.2).

Поверхность обеих сторон платы 1 и отверстия 2 подвергают предварительному и химическому меднению для получения слоя меди толщиной 5...7 мкм (рисунок 2.2, а). После подготовки металлизированных поверхностей на них образуется негативное изображение схемы проводников 3 (рисунок 2.2, б). Это изображение получают с помощью сеткографической краски или сухого пленочного фоторезиста.

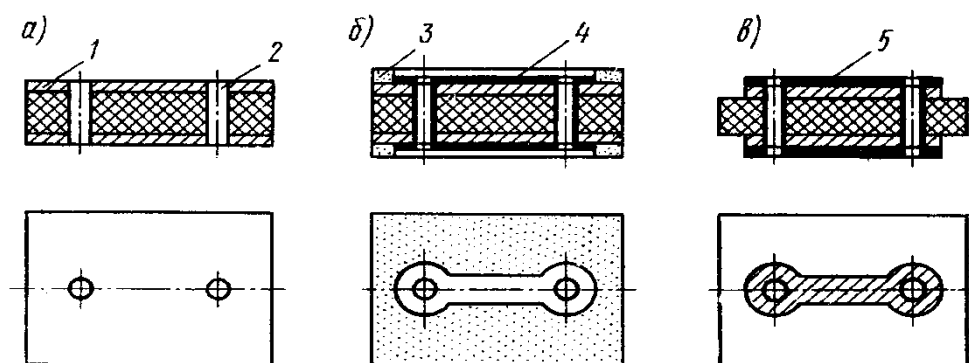


Рисунок 2.2 – Основные этапы получения проводников комбинированным позитивным методом.

На наружной поверхности, не защищенной резистивной маской, и в отверстия поселяется слой меди 4, толщина которого в отверстиях должна быть не менее 25 мкм. Гальваническое осаждение меди осуществляется на заготовке платы, которая имеет сплошной слой фольги, которая защищает электрическую поверхность диэлектрика и осуществляет контакт всех элементов схемы. На металлизированные поверхности наносится защитный слой из сплава олово–свинец толщиной не менее 10 мкм. Этот сплав защищает медь от травления и после нанесения этого покрытия участки медной фольги, предварительно покрытые фоторезистом, удаляются травлением. После травления на плате остается существенная топология цепей 5, образованных оловянной медной фольгой (рис.2.2).

Изображение проявляют в душе при температуре 40...50°C с легкой протиркой поверхности губкой. Процесс ускоряется с помощью ультразвуковых колебаний.

После проявления проводится внешний осмотр. Рисунки должны быть четкими и гладкими, без краски, наплывов и подтеков эмульсии. При получении проводников возникают эффекты подтравливания и разрастания. Если толщина металлического покрытия превышает толщину слоя резиста, то боковой рост покрытия начинается с той же скоростью, что и рост

толщины основного покрытия, что приводит к образованию грибового сечения проводника.

После нанесения покрытия вдоль всего проводника появляется хрупкий нависающий край сплава олово-свинец. Отрываясь, они создают тонкие заусенцы размера 25...50 микрон, которые трудно найти невооруженным глазом. Так заусенцы могут вызвать замыкание смежных проводников.

Ширина проводников зависит от типа резки металла. Если используется неплавящийся металл, то их ширина увеличивается за счет роста металла при металлизации, а расстояние между проводниками уменьшается. Расплавленный металлизист, например, оловянно-свинцовый сплав, за счет сил поверхностного натяжения при его плавлении заряжается внутри медного слоя, обеспечивает оптимальное сечение элементов проводящей схемы.

2.3 Электрохимический (полуаддитивный) метод изготовления двусторонних печатных плат

Электрохимический (полуаддитивный) метод используют для изготовления ДПП с большой плотностью токопроводящего рисунка (таблица 2.1). Основное отличие от комбинированного позитивного метода заключается в применении нефольгированного диэлектрика СТЭФ.1–2ЛК с обязательной активизацией его поверхности или диэлектрика слофозит с фольгой 5 мкм.

Таблица 2.1 – Методы изготовления ДПП

Наименование этапа	Комбинированный позитивный метод (материал СФ–2–35)	Электрохимический полуаддитивный метод (материал СТЭФ–2ЛК)
Механическая обработка нанесения проводников	Входной контроль фольгированного диэлектрика	
	Нарезка заготовок. Вскрытие базовых отверстий. Сверление отверстий, подлежащих металлизации.	
Гальваническая обработка	Химическая и предварительная гальваническая металлизация 5..7 мкм.	
	Подготовка металлизированной поверхности заготовки	
	Получение рисунка (топологии) схемы проводников. Гальваническое меднение. Нанесение защитного покрытия Sn–Pb. Удаление фоторезиста или краски.	
	Травление фольги 40..42мкм	Травление меди 5..7мкм
	Оплавление защитного покрытия.	
Заключительные операции	Обрезка плат по контуру. Маркировка, консервация, упаковка.	

Разрешающая способность электрохимического полуаддитивного метода выше, чем комбинированного позитивного. Это объясняется малым боковым подтравливанием, которое равно толщине травливаемого слоя и при полуаддитивном методе составляет всего 5 мкм. Метод обеспечивает высокую точность рисунка, хорошее сцепление проводников с основанием и устраняет неоправданный расход меди, который доходит до 80% при использовании фольгированных диэлектриков.

При изготовлении ДПП на металлическом основании с помощью полуаддитивного метода формируется проводящий рисунок на

металлической подложке с перфорированными отверстиями, которые нанесены предварительно. Такое покрытие получают вихревым напылением и электростатическим напылением.

2.4 Аддитивный способ изготовления двусторонних печатных плат

Аддитивный метод используется для изготовления двусторонних печатных плат на диэлектрике, в который добавляют катализатор, а на его поверхность наносят клеевой слой.

Процесс нанесения толстого слоя (25-35 мкм) химической меди требует специального оборудования, оснащенного системами дозирования добавок в ванну, непрерывной фильтрации раствора и системой управления процессом.

ГЧП, полученные аддитивным методом, имеют высокое разрешение, практически соответствующее разрешению применяемого отрицательного показателя схемы. Толщина меди получается одинаковой во всех сечениях ДПП и покрытых отверстиях. По оценкам экспертов, стоимость таких плат на 20% ниже стоимости ДПП, изготовленных вычитающими методами.

Метод фотоформирования является одним из вариантов аддитивного метода. Он применяется для изготовления ДПП и слоев МПП на нефольгированном основании 5-го класса точности. В качестве материала основания используют слоистые диэлектрики. Он не использует защитное сопротивление. Осажденная медь имеет хорошую адгезию к диэлектрику, разрешение зависит только от разрешения используемых фотошаблонов.

2.5 Типовой технологический процесс изготовления многослойных печатных плат методом металлизации сквозных отверстий

Метод металлизации сквозных отверстий используют для изготовления МПП. Главные операции технологического процесса получения печатных проводников показаны на рисунке 2.3.



Рисунок 2.3 – Схема типового технологического процесса изготовления МПП методом металлизации сквозных отверстий

Заготовки из фольгированного диэлектрика обрезают с припуском 30мм на сторону. После удаления заусенцев по периметру заготовок и в отверстиях поверхность фольги очищают на крацевальном станке и обезжиривают механически (смесью венской извести и наждачного порошка) или химически (путем обработки в соляной кислоте и хромовом ангидриде).

Рисунок схемы внутренних слоев делают химическим методом. При этом противоположная сторона платы не должна иметь механических повреждений и подтравливание фольги. Базовые отверстия получают путем пробивки, ориентируясь на метки совмещения, расположенные на технологическом поле. Данные заготовки собирают в пакет, перекладывая их склеивающими прокладками из стеклоткани, содержащими до 50%

термореактивной эпоксидной смолы. Совмещение слоев осуществляется по базовым отверстиям.

Основные этапы получения печатных проводников МПП:

- производство заготовок фольгированного материала и стеклоткани;
- получение рисунка схемы внутренних слоев;
- прессование многослойной печатной платы;
- сверление отверстий, предварительная металлизация, получение рисунка схемы наружных слоев МПП;
- окончательная металлизация отверстий, нанесение защитного покрытия;
- травление меди с пробельных мест.

Прессование пакета осуществляется горячим способом. Устройство с пакетом слоев надевают на пресс-пластины, нагревают до 120...130°C. Первый цикл прессования осуществляют при давлении 0,5 МПа и 15...20 минут. Затем температуру повышают до 150...160°C, а давление – до 4...6 МПа. При этом давлении плата лежит из расчета 10 мин. на каждый миллиметр толщины платы. Охлаждение осуществляется без снятия давления. Воздух, находящийся между слоями, проходит через размягченную смолу и выходит наружу. Частично он задерживается у краев, образуя пустоты, которые удаляются при обрезке краев платы. Во избежание колебания после обрезки краев рекомендуется плату зажать между двумя пластинами и поместить на 40 минут в печь при температуре 125°C.

Сверление отверстий выполняется на станках с ЧПУ. Перед сверлением с обеих сторон заготовки наносят защитный слой лака. После очистки и обезжиривания доска моется в горячей и холодной проточной воде. Затем выполняют предварительную химическую и электролитическую металлизацию отверстий, а также операции по получению рисунка наружных слоев. Окончательное электролитическое покрытие необходимо для получения равномерной толщины покрытия в отверстиях толщиной слоя меди не менее 25 мкм. Все незащищенные фоторезистом внешние

					ПГУ 1.090501.05.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

поверхности платы и отверстия покрыты защитным оловянно-свинцовым сплавом. После этого фоторезистивная маска удаляется.

Схему проводников на наружных слоях получают травлением. Для обеспечения равномерного травления поверхность фольги зачищают смесью венской извести и наждачного порошка.

Механическая обработка по контуру получение конструктивных отверстий и пазов осуществляются на фрезерных, координатно-сверлильных и станках с ЧПУ. После окончательного контроля платы подвергают консервированию флюсом. Качество пайки проверяют внешним осмотром и испытанием на вибропрочность.

3 Меры безопасности при изготовлении печатной платы

Основы техники безопасности при изготовлении печатной платы определены нормативными правовыми актами:

- ГОСТ 23662-79 Платы печатные. Получение заготовок, фиксирующих и технологических отверстий. Требования к типовым технологическим процессам;

- ГОСТ 23664-79 Платы печатные. Получение монтажных и подлежащих металлизации отверстий. Требования к типовым технологическим процессам;

- ГОСТ 23665-79 Платы печатные. Обработка контура. Требования к типовым технологическим процессам;

- ГОСТ 23770-79 Платы печатные. Типовые технологические процессы химической и гальванической металлизации;

- ГОСТ 23752.1-92 Платы печатные. Методы испытаний.

На основе этих документов, а также типового технологического процесса изготовления печатных плат все меры по обеспечению безопасности разделим на 4 основных категории:

- техника безопасности при заготовительных операциях;
- техника безопасности при травлении и металлизации отверстий печатной платы;
- техника безопасности при пайке деталей на печатную плату;
- техника безопасности при промывке и обезжиривании поверхности печатной платы.

К заготовительным операциям относятся раскрой заготовки, раскрой материала и нижележащих отверстий и изготовление слоев на печатных платах.

В крупносерийном производстве резку материала осуществляют штамповкой в специальных штампах на эксцентриковых прессах с одновременной пробивкой базовых отверстий на технологическом поле. В

условиях серийного и мелкосерийного производства, широко распространены роликовые ножницы, где материал разрезается сначала на полосы заданной ширины, а затем на заготовки. Резки основных и вспомогательных материалов (укладка стеклоткани, кабельной бумаги и др.), необходимых при изготовлении многослойных печатных плат в мелкосерийном и единичном производстве, осуществляют с помощью гильотинных ножниц.

Базовые отверстия получают различными методами в зависимости от класса печатных плат. На печатных платах первого класса базовые отверстия получают методом штамповки с одновременной резкой заготовок. Базовые отверстия на досках заготовок второго и третьего классов получают сверлением в универсальных кондукторах.

В серийном и крупносерийном производстве традиционное сверление основных отверстий на проводнике на универсальных сверлильных станках уступило место сверлению на специализированных станках. Таким образом, станки за один цикл с бурением обеспечивают установку крепежных штифтов, плотно входящих в просверленное отверстие и скрепляющих пакет из 2-6 заготовок.

Перечень факторов обитаемости:

- физический. Выполнение операций по закупкам для резки материала связано с риском повреждения рук работающего в случае попадания их в зону между пуансоном и матрицей, в частности верхним и нижним ножом гильотинных ножниц, при ручной подаче материала;
- химический. При сверлении, резке материала печатных плат, образуется пыль, которая вызывает отравление дыхательных путей и загрязнение легких человека;
- психофизиологические. Наибольшую опасность представляет работа прессы в автоматическом режиме, что требует большого напряжения, внимания и осторожности рабочего, так как любое замедление движения

рабочего может привести к травмам. Методы защиты рабочих от опасных и вредных факторов производства.

Механизация, автоматизация, дистанционное управление.

Часто опасные зоны на пресс защищены при помощи фотоэлементов, сигнал от которых автоматически останавливает пресс, если руки рабочего находятся в опасной зоне.

Радикальным решением вопроса безопасности является механизация и автоматизация подачи и удаления заготовок из штампа, в том числе использование робототехники.

При ручной подаче заготовок необходимо использовать специальные приспособления: пинцет, крючки и др.

Адаптация окружающей среды к человеку.

Избегать контакта с руками рабочего в опасной зоне прессы необходимо в автоматическом режиме, для этого используется включение системы Дворжакова, в котором пресс включается только после одновременного нажатия обеими руками двух пусковых кнопок.

В прессах и ножницах с ножными педалями для предотвращения случайных включений педаль огорожена или выполнена запорной.

Чтобы избежать травм при работе на сверлильных станках, необходимо позаботиться о том, чтобы все ремни, шестерни и валы, если они размещены в корпусе станка и доступны для прикосновения, имели жесткие фиксированные ограждения.

Движущиеся части и механизмы, требующие частого доступа для осмотра, должны быть защищены от прямого контакта.

В станках без электрической блокировки должны быть приняты меры, чтобы исключить возможность случайного или ошибочного их включения во время осмотра.

Адаптация человека к окружающей среде.

Во избежание захвата одежды и волос рабочего его одежда должна быть заправлена так, чтобы не было свободных концов; манжеты рукавов должны быть застегнуты, волосы убраны под берет.

Пыль, образующуюся при сверлении, резке материала заготовок печатных плат, необходимо удалять с помощью промышленных пылесосов.

3.1 Техника безопасности при травлении и металлизации отверстий печатной платы

При травлении, металлизации отверстий, гальванических покрытий и для многих других целей используются различные агрессивные вещества – азот, фторид-водород, соль, сера, уксусная, фосфорная, муравьиная и другие кислоты, а также щелочи.

При работе с кислотами возникают следующие опасные факторы:

- отравления выделяющимися парами и газами, которые выражаются в раздражении верхних дыхательных путей и слизистых оболочек глаз; при высоких концентрациях могут возникать медленно заживающие язвы слизистых оболочек глаз, носа, гортани, бронхов;
- разрушение зубов (особенно плавиковой кислотой);
- химические ожоги при контакте с кислотами на коже и глазах

При контакте с кислотами и щелочами в воздушной среде они могут вызывать острые отравления и профессиональные заболевания. Чтобы не допустить этого, все работы с агрессивными веществами следует проводить в помещениях с эффективной местной вытяжной.

Чтобы избежать ожогов при работе с кислотами и щелочами, необходимо использовать соответствующую одежду согласно утвержденным стандартам.

Для защиты глаз следует использовать очки в резиновой оправе.

3.2 Техника безопасности при пайке деталей на печатную плату

Пайкой осуществляется неразъемное соединение деталей с печатной платой с помощью припоя. Наиболее часто применяемые припои: оловянно-свинцовые (ПОС-18, ПОС-30, ПОС-40, ПОС-61) и ПОСК-50, содержащий 32% свинца. Из сказанного видно, что в состав припоев входит свинец, поэтому процесс пайки сопровождается загрязнением воздушной среды, рабочих поверхностей, одежды и кожи рук, работающих со свинцом, что может привести к свинцовым отравлениям организма и вызвать изменения в нервной системе, крови и сосудах.

С целью предупреждения отравления свинцом участки пайки оборудуются в соответствии с требованиями Санитарных правил.

В помещениях, где производится пайка припоем, содержащим свинец, во избежание попадания свинца в организм не допускается хранить личные вещи, принимать пищу и курить, а также уносить рабочую одежду домой.

Рабочее место пайки оборудуется местной вытяжкой вентиляцией, обеспечивающей концентрацию свинца в рабочей зоне не более предельно допустимой - 0.01мг/м^3 .

Для предотвращения ожогов и загрязнения свинцом кожи рук работающих, должны быть выданы салфетки для удаления лишнего припоя с паяльника, а также пинцеты для поддержания провода и припоя к месту пайки, если отсутствует автоматическая подача.

С целью защиты от окисления мест пайки используют флюсы, такие как канифольно-спиртовой при пайке припоями ПОС-40, ПОС-61 и ПОСК-50 и хлористый цинк при пайке и лужении припоями ПОС-18 и ПОС-30. Токсическое действие канифоли заключается в раздражении кожи, хлористый цинк оказывает резкое раздражение кожи и обжигающее действие на кожу и слизистые оболочки.

Наиболее эффективными мерами, предупреждающими заболевания при пайке, являются механизация и автоматизация паяльных работ методом

погружения, избирательная пайка и пайка волной припоя с применением печатного монтажа, которые полностью исключают соприкосновение кожи работающих со свинцом и флюсами.

Поскольку еще значительное количество паяльных работ проводится вручную – паяльником, по окончании этих работ в целях предупреждения заболеваний необходимо споласкивать руки однопроцентным раствором уксусной кислоты, мыть их горячей водой с мылом, прополаскивать рот, чистить зубы и принимать теплый душ.

При монтажных работах, связанных с опасностью засорения или ожога глаз, предусмотрена выдача рабочим защитных очков.

3.3 Техника безопасности при промывке и обезжиривании поверхности печатной платы

Промывка и обезжиривание поверхности печатной платы органическими растворителями осуществляется в специально оборудованных устройствах с крышками и вытяжными вентиляционными установками.

Рабочие, занятые промывкой печатных плат органическими растворителями, инструктируются о токсичных свойствах применяемых растворителей и о пожарной безопасности.

Хранение растворителей в помещении для промывки допускается в количестве не более суточной потребности и в герметически закрытой таре.

Во избежание образования ядовитого и самовоспламеняющегося моноклорэтилена соприкосновение трихлорэтилена с крепкими щелочами и минеральными кислотами не допускается.

При электрическом обезжиривании накапливающаяся на поверхности пена (во избежание взрыва гремучего газа) периодически должна удаляться. В помещениях для промывки применение печного отопления или отопления газовыми, или электрическими приборами, а также применение открытого огня не допускается.

4 Расчет затрат на разработку системы

Суммарные затраты на разработку системы рассчитываются по следующей формуле:

$$S_{\text{РП}} = S_{\text{ЗП}} + S_{\text{НАК}},$$

где:

- $S_{\text{ЗП}}$ – затраты по заработной плате инженера-разработчика;
- $S_{\text{НАК}}$ – накладные расходы.

Затраты по заработной плате инженера-разработчика рассчитываются по формуле:

$$S_{\text{ЗП}} = \text{ОЗП} \cdot (1 + \omega_{\text{с}}) \cdot (1 + \omega_{\text{д}}) \cdot t_{\text{pi}},$$

где:

- ОЗП – основная заработная плата инженера-разработчика за месяц (12000 руб.);
- t_{pi} – время, необходимое для разработки программы программистом i -го разряда (чел.-мес.);
- $\omega_{\text{д}}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату разработчика системы, в долях к сумме основной заработной платы (0,15).
- $\omega_{\text{с}}$ – коэффициент, учитывающий начисления органам социального страхования на заработную плату разработчика системы, в долях к сумме основной заработной плате разработчика (0,26).

Система разрабатывалась 40 дней, если учесть, что в одном месяце 22 рабочих дня, то:

$$t_{\text{pi}} = \frac{40}{22} = 1,82 \text{ (чел. –мес.)}$$

Таким образом, затраты по заработной плате инженера-разработчика составят:

$$S_{\text{ЗП}} = 12000 \cdot (1 + 0,26) \cdot (1 + 0,15) \cdot 1,82 = 31646,16 \text{ (руб.)}$$

Накладные затраты рассчитываются с учетом $\omega_{\text{н}}$ – коэффициента (1,35), определяющего уровень накладных расходов организации по формуле:

$$S_{\text{НАК}} = \text{ОЗП} \cdot \omega_{\text{н}} \cdot t_{\text{р12}} ,$$

$$S_{\text{НАК}} = 12000 \cdot 1,35 \cdot 1,82 = 29484 \text{ (руб.)}$$

Таким образом, суммарные затраты на разработку системы составляют:

$$S_{\text{РП}} = 31646,16 + 29484 = 61130,16 \text{ (руб.)}$$

4.1 Расчёт цеховой себестоимости

Цеховая себестоимость включает следующие расходы:

- материалы, основные и вспомогательные - $M_{\text{осн}}$, $M_{\text{вспм}}$
- комплектующие изделия, полуфабрикаты - Π
- заработная плата основная и дополнительная - $\mathcal{Z}_{\text{осн}}$, $\mathcal{Z}_{\text{доп}}$
- отчисления на социальные нужды - H
- затраты на технологические цели $\mathcal{Z}_T$
- затраты по кооперации - $\mathcal{Z}_{\text{кооп}}$
- косвенные затраты цеха - $K_{\text{цех}}$

В соответствии с перечисленными элементами цеховых затрат можно составить формулу нахождения цеховой себестоимости:

$$C_{\text{цех}} = \Pi + M + \mathcal{Z}_{\text{кооп}} + H + \mathcal{Z}_{\text{осн}} + \mathcal{Z}_{\text{доп}} + \mathcal{Z}_T + K_{\text{цех}} ,$$

Где:

- $C_{\text{цех}}$ - цеховая себестоимость, руб.;
- Π - затраты на комплектующие изделия, полуфабрикаты, руб.;
- M - затраты на материалы, основные и вспомогательные, руб.;
- H - отчисления на социальные нужды, руб.;
- $\mathcal{Z}_{\text{осн}}$, $\mathcal{Z}_{\text{доп}}$ - заработная плата, основная и дополнительная, руб.;
- $\mathcal{Z}_T$ - затраты на технологические цели: электроэнергию, руб.;
- $K_{\text{цех}}$ - косвенные цеховые затраты, руб.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

4.1.1 Расчёт затрат на покупные изделия

К покупным изделиям относятся комплектующие и полуфабрикаты, являющиеся составными элементами будущего изделия, закупка которых предприятием производится на стороне. Для изготовления устройства “Система контроля состояния газовых магистралей” потребуются микросхемы и электрорадиоэлементы, затраты на которые сведены в таблицу 4.1:

Таблица 4.1 – Расходы на покупные изделия

Наименование	Количество, шт.	Цена, руб.	Сумма, руб.
1	2	3	4
Микросхемы:			
78L05	1	12,00	12,00
78M05	1	15,00	15,00
PIC16F876A-I/SP	1	240,00	240,00
PIC12F675-I/P	1	98,00	98,00
176ИД2	2	32,56	65,12
MAX232	1	120,00	120,00
MQ-2	9	44,00	396,00
Резисторы:			
МЛТ-0,125-10 кОм	4	2,00	8,00
МЛТ-0,125- 300 Ом	2	1,00	2,00
МЛТ-0,125- 5.1 кОм	2	10,00	20,00
Конденсаторы:			
K50-16 47 мкФ	6	5,00	30,00
K73-17 0.1 мкФ	11	8,00	88,00
Цифровые индикаторы:			
5611BH	2	15,00	30,00
5261BS	1	17,69	17,69
Кнопки:			
TS-A2PS-130	3	7,00	28,00
Диоды:			
GNL-3012ED	1	3,00	3,00
Транзисторы:			
КТ361А	2	4,00	8,00
J112	2	8,00	16,00

Продолжение таблицы 4.1

Разъемы:			
DS1033-09M	2	12,00	24,00
282105-1	3	37,00	111,00
Резонаторы:			
НС-49U 20МГц	1	14,00	14,00
Итого:			1327,81
Зтр			66,39
Всего:			1394,20

В итоге общая сумма затрат на покупные изделия с учётом транспортных расходов (Зтр=5%) для изготовления единицы продукции составила 1394,20 руб.

4.1.2 Расчёт затрат на материалы

Кроме того, необходимо рассчитать виды и количество используемых для изготовления одного изделия основных и вспомогательных материалов.

Соответствующие данные отображены в таблице 4.2:

Таблица 4.2 – Расходы на основные и вспомогательные материалы

Наименование	Количество	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Стеклотекстолит СФ-235-2	0,4 м ²	250,00	100,00
Припой ПОС-61	0,01 кг	430,00	4,30
Флюс ФКСп	0,015 кг	128,00	1,92
Провод монтажный ПЭВ ТЛК	1 м	5,00	5,00
Спирт технический	0,1 л	31,00	3,10
Лак УР 231	0,05 кг	26,00	1,30
Итого:			115,62
Зтр			5,78
Всего:			121,40

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПГУ 1.090501.05.001 ПЗ

Лист

68

Сумма расходов на основные и вспомогательные материалы для единицы продукции составила 121,40 руб.

4.1.3 Расчёт затрат по кооперированию

В данном случае на производстве используется предметное кооперирование. На основании договорённости с другим машиностроительным предприятием производятся поставки готовых корпусов и печатных плат, изготовленных по соответствующим чертежам предприятия-заказчика, т.е. описываемого в работе предприятия. Элементы затрат по кооперированию отображены в таблице 4.3:

Таблица 4.3 – Расходы на кооперирование

Наименование	Количество	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Печатная плата	2	135,00	270,00
Корпус	2	142,00	284,00
Итого:			554,00
Зтр			27,7
Всего:			581,70

Сумма затрат по кооперированию составила 581,70руб. в расчёте на единицу готовой продукции.

4.1.4 Расчёт затрат на электроэнергию для технологических целей

Определение затрат на электроэнергию в технологических целях сводится к определению потребления энергии оборудованием, участвующим в производстве изделий. Для нахождения данного элемента себестоимости воспользуемся формулой:

$$\mathcal{E}_T = \frac{W_{\mathcal{E}} \cdot F_{\text{ДР}} \cdot K_M}{K_{\text{ПЭ}} \cdot K_{\Phi}} \cdot \mathcal{C}_{\mathcal{E}},$$

Где:

- $W_{\mathcal{E}}$ – мощность оборудования;
- K_M – коэффициент машинного времени работы оборудования (0,7);
- $F_{\text{ДР}}$ – полезный фонд работы одной единицы оборудования;
- $K_{\text{ПЭ}}$ – коэффициент полезного потребления электроэнергии (0,99);
- K_{Φ} – коэффициент полезного действия оборудования;
- $\mathcal{C}_{\mathcal{E}}$ – цена единицы электроэнергии, руб/кВт·ч.

Определение мощности оборудования:

- вытяжной шкаф НО-11 – 0,75кВт;
- шкаф сушильный ВШ-0,035А – 1кВт;
- электропаяльник – 36Вт;
- установка для пайки волной припоя – 0,5кВт.

Определение действительного фонда рабочего времени оборудования:

Для определения действительного фонда рабочего времени воспользуемся следующей формулой:

В данном дипломном проекте необходимо использовать машинное время, необходимое для производства одного изделия, которое в данном случае составляет 0,93ч.

При известных:

- коэффициент машинного времени работы оборудования $K_M = 0,7$;
- коэффициент потерь электроэнергии $K_{\text{ПЭ}} = 0,25$;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПГУ 1.090501.05.001 ПЗ

Лист

70

– коэффициент полезного действия оборудования $K_{\phi} = 0,75$.

можно рассчитывать расходы на электроэнергию для технологических целей:

$$\mathcal{E}_T = \frac{2,286 \cdot 0,93 \cdot 0,7}{0,25 \cdot 0,75} \cdot 2,80 = 27,80$$

4.1.5 Расчёт затрат на заработную плату основных производственных рабочих

Заработная плата работающим выплачивается в соответствии с тарифной системой (по видам работ и квалификации работающих).

Таблица 4.5 – Расчёт основной заработной платы производственных рабочих

Наименование технологической операции	Часовая тарифная ставка, руб.	Разряд работы	Норма времени, час	Основная заработная плата, руб.
Радиомонтажная	34,00	4	2,5	85,00
Сборочная	34,00	4	1,2	40,80
Регулировочная	48,30	5	1,8	86,94
Контрольная	85,20	5	2,0	170,40
Итого:				383,14

Необходимо отметить, что количество работающих не соответствует количеству приведённых в таблице технологических операций, так как две из них, а именно радиомонтажная и сборочная, производятся одним работающим – радиомонтажником 4 разряда. Соответственно, регулировочную операцию выполняет регулировщик (настройщик) 5 разряда, а контрольную – контролёр ОТК 5 разряда.

Определим дополнительную заработную плату основных производственных рабочих по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = 13\% \cdot З_{\text{осн}},$$

Где:

- $Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата работающих;

- $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата работающих;

$$- Z_{\text{доп}} = 0,13 \cdot 383,14 = 48,80$$

4.1.6 Расчёт затрат на социальные отчисления

Налоги отчисляются в размере 26,0% от суммы основной и дополнительной заработной платы в следующие фонды:

- Федеральный бюджет – 20%;
- фонд социального страхования Российской Федерации – 2,9%;
- фонд обязательного медицинского страхования:
 - 1) региональный фонд -2,0%;
 - 2) федеральный фонд – 1,1%.

$$H = 26\% \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{всп}})$$

$$H = 0,26 \cdot (383,14 + 48,80) = 112,56$$

Определяем заработную плату производственных рабочих:

$$Z_{\text{пр}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} + H = 383,14 + 48,80 + 112,56 = 544,50$$

4.1.7 Расчёт косвенных цеховых затрат

Косвенные цеховые затраты включают:

- содержание аппарата управления цеха;
- техническое обслуживание цеха;
- заработная плата цехового персонала управления;
- энергетические затраты (отопление, освещение и другие);
- содержание оборудования и транспортных средств;
- амортизационные отчисления.

$$K_{\text{цех}} = \%_{\text{цех}} \cdot Z_{\text{осн}}$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПГУ 1.090501.05.001 ПЗ

Лист

72

%цех – процент цеховых затрат. Он зависит от объёма работы цеха и от типа производства. (Данное предприятие является серийным по типу производства, поэтому для него %цех = 200%);

$Z_{\text{ОСН}}$ – основная заработная плата производственных рабочих.

$$K_{\text{ЦЕХ}} = 200\% \cdot 383,14 = 766,28$$

Итак, рассчитав все необходимые элементы, можно определить цеховую себестоимость:

$$C_{\text{ЦЕХ}} = П + М + Z_{\text{КООП}} + Z_{\text{ПР}} + Z_{\text{Т}} + K_{\text{ЦЕХ}}$$

$$C_{\text{ЦЕХ}} = 1394,20 + 121,40 + 581,70 + 544,50 + 27,80 + 766,28 = 3438,88$$

Цеховая себестоимость устройства «Система контроля состояния газовых магистралей» составила:

$$C_{\text{ЦЕХ}} = 3438,88$$

4.2 Расчёт заводской себестоимости

Заводская себестоимость кроме цеховой себестоимости также включает в себя следующие виды расходов (косвенные заводские затраты):

- общепроизводственные расходы:
 - 1) содержание аппарата управления заводом
 - 2) содержание технических средств
 - 3) содержание территорий
 - 4) оплата аудиторских и информационных услуг
 - 5) подготовка и переподготовка кадров
 - 6) охрана природы
 - 7) ремонт зданий и сооружений
 - 8) оплата страхования имущества
- потери от брака.

$$C_{\text{ЗАВ}} = C_{\text{ЦЕХ}} + K_{\text{ЗАВ}},$$

где

$C_{\text{ЦЕХ}}$ – цеховая себестоимость

$K_{\text{ЗАВ}}$ – косвенные заводские затраты

$$K_{\text{ЗАВ}} = \%_{\text{ЗАВ}} \cdot Z_{\text{ОСН}},$$

где:

- $\%_{\text{ЗАВ}}$ – процент косвенных заводских затрат (в данном случае равный 80% - серийное производство);

- $Z_{\text{ОСН}}$ – основная заработная плата рабочих.

$$K_{\text{ЗАВ}} = 0,8 \cdot 383,14 = 306,51$$

$$C_{\text{ЗАВ}} = 3438,88 + 306,51 = 3745,39$$

4.3 Расчёт полной себестоимости

Для расчёта полной себестоимости, которая кроме заводской себестоимости включает в себя внепроизводственные расходы (расходы на рекламу, упаковку, отгрузку, сбыт, выплату комиссионных, участие предприятия в выставках и прочие отчисления и платежи), нужно определить сумму внепроизводственных затрат.

$$C_{\text{ПОЛН}} = C_{\text{ЗАВ}} + ВР,$$

где

$C_{\text{ЗАВ}}$ – заводская себестоимость

$ВР$ – сумма внепроизводственных расходов

$$ВР = \%_{ВР} \cdot C_{\text{ЗАВ}},$$

где

- $\%_{ВР}$ – процент внепроизводственных расходов от заводских расходов (для данного предприятия она составляет 8,5%);

- $C_{\text{ЗАВ}}$ – заводская себестоимость.

$$ВР = 0,085 \cdot 3146,29 = 267,43$$

$$C_{\text{ПОЛН}} = 3745,39 + 267,43 = 4012,782$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Итак, получена полная себестоимость проектируемого устройства «Система контроля состояния газовых магистралей», которая составила:

$$C_{\text{полн}} = 4012,82$$

4.4 Расчёт цены проектируемого устройства

Цена является денежным выражением стоимости товара. Она выражает общественно необходимые затраты на продукцию.

Цены обеспечивают дальнейшую хозяйственную деятельность, возместить издержки производства и реализации продукции и определяют такой размер прибыли, который позволил бы им выжить в условиях рыночной экономики.

Оптовая цена промышленности – это цена, по которой предприятия-потребители оплачивают продукцию сбытовым организациям. Оптовая цена промышленности подразумевает НДС, оптовую цену предприятия, торговую наценку.

Вначале определяется оптовая цена предприятия. Она рассчитывается как сумма полной себестоимости и плановой прибыли.

$$ОЦ_{\text{предпр}} = C_{\text{полн}} + П_{\text{пл}},$$

Где:

- $C_{\text{полн}}$ – полная себестоимость единицы продукции;
- $П_{\text{пл}}$ – плановая прибыль (в данном случае равная 15% от полной себестоимости).

Плановая прибыль рассчитывается как процент от полной себестоимости:

$$П_{\text{пл}} = 15\% \cdot C_{\text{полн}}$$

$$П_{\text{пл}} = 0,15 \cdot 4012,82 = 601,92$$

$$ОЦ_{\text{предпр}} = 4012,82 + 601,92 = 4614,74$$

Оптовая цена промышленности рассчитывается как сумма оптовой цены предприятия, НДС и наценки от сбыта:

$$ОЦ_{ПРОМ} = ОЦ_{ПРЕДПР} + НДС + Н_{СБ},$$

Где:

- $ОЦ_{ПРЕДПР}$ – оптовая цена предприятия;
- НДС – налог на добавленную стоимость (равный 20% от полной себестоимости);
- $Н_{СБ}$ – наценка сбытовых организаций (7% от оптовой цены предприятия).

$$НДС = 20\% \cdot C_{ПОЛН} = 4012,82 \cdot 20\% = 802,56$$

$$Н_{СБ} = 7\% \cdot ОЦ_{ПРЕДПР} = 7\% \cdot 4614,74 = 323,03$$

$$ОЦ_{ПРОМ} = 4614,74 + 802,56 + 323,03 = 5740,33$$

Розничная цена рассчитывается как сумма оптовой цены промышленности и торговой наценки:

$$Ц_{РОЗН} = ОЦ_{ПРОМ} + Н_{ТОРГ},$$

Где:

- $ОЦ_{ПРОМ}$ – оптовая цена промышленности
- $Н_{ТОРГ}$ – торговая наценка (10% от оптовой цены промышленности)

$$Н_{ТОРГ} = 10\% \cdot ОЦ_{ПРОМ} = 0,1 \cdot 5740,33 = 574,03$$

$$Ц_{РОЗН} = ОЦ_{ПРОМ} + Н_{ТОРГ} = 5740,33 + 574,03 = 6314,36$$

Кроме этого, требуется определить прибыль, которую получит предприятие от реализации данной продукции. Нужно определить значения балансовой, чистой и валовой прибыли.

Балансовая прибыль определяется за счёт 3 источников:

- прибыль от реализации продукции;
- прибыль от продаж имущества;
- прибыль от внереализационных доходов.

Так как отсутствуют прибыль от продаж имущества и прибыль от внереализационных доходов, будем считать за балансовую прибыль - прибыль от реализации продукции.

$$П_{БАЛАНС} = П_{ПЛ} = 601,92$$

Валовая прибыль:

$$П_{ВАЛ} = П_{БАЛАНС} + П_{ПРОЧАЯ},$$

Где:

- $П_{БАЛАНС}$ – балансовая прибыль;
- $П_{ПРОЧАЯ}$ – прочая прибыль.

К прочей прибыли относят:

- доходы от транспортных организаций;
- доходы от других хозяйств, находящихся на балансе предприятия.

Вследствие отсутствия вышеперечисленного, за валовую прибыль будем считать прибыль балансовую.

$$П_{ВАЛ} = П_{БАЛАНС} = 601,92$$

Прибыль, облагаемая налогами:

$$П_{ОБЛ.Н.} = 20\% П_{ВАЛ},$$

Где:

- $П_{ВАЛ}$ – валовая прибыль
- 20% - ставка налога на прибыль

$$П_{ОБЛ.Н.} = 0,20 \cdot 601,92 = 120,38$$

Определив валовую прибыль и прибыль, облагаемую налогами, можно рассчитать чистую прибыль:

$$П_{Ч} = П_{ВАЛ} - П_{ОБЛ.Н.},$$

Где:

- $П_{ВАЛ}$ – валовая прибыль;
- $П_{ОБЛ.Н.}$ – прибыль, облагаемая налогом.

$$П_{Ч} = 601,92 - 120,38 = 481,54$$

Годовой объём продаж $K_{\text{мпс}} = 300$ шт.

Продолжительность инвестиционного цикла $T_c = 3$ года

Чистая прибыль в год ($\Pi_{\text{ч.год.}}$)

$$\Pi_{\text{ч.год.}} = \Pi_{\text{ч}} * K_{\text{мпс}}$$

$$\Pi_{\text{ч.год.}} = 481,54 * 300 = 144462$$

Прибыль облагаемая налогами в год $\Pi_{\text{обл.н.год}}$

$$\Pi_{\text{обл.н.год}} = \Pi_{\text{обл.н.}} * K_{\text{мпс}}$$

$$\Pi_{\text{обл.н.год}} = 120,38 * 300 = 36114$$

Одним из важных экономических показателей производства продукции является рентабельность продукции. Рентабельность – это относительный показатель эффективности производства, характеризующий степень использования ресурсов. Рентабельность зависит также от структуры авансированных в производство средств, а именно, от удельного веса расходов на оплату труда работников.

Рассчитает рентабельность выпускаемой продукции в расчёте на одно изделие:

$$R_{\text{пр}} = \frac{\Pi_{\text{вал}}}{C_{\text{полн}}} \cdot 100\%,$$

Где:

- $\Pi_{\text{вал}}$ – валовая прибыль;
- $C_{\text{полн}}$ – полная себестоимость одного изделия;

$$R_{\text{пр}} = \frac{601,92}{4012,82} \cdot 100\% = 15\%$$

Рентабельность проектируемого устройства «Система контроля состояния газовых магистралей» составила 15%.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПГУ 1.090501.05.001 ПЗ

Лист

78

4.5 Оценка инвестиционной привлекательности проекта

Капитальные вложения на разработку и внедрение объектов проектирования, определяются как инвестиции, необходимые для получения прибыли. Экономическая эффективность данных проектов характеризуется системой показателей, отражающих соотношение финансовых результатов и затрат.

Главным моментом при проведении расчетов становится выбор масштабов цен. При отсутствии инфляции применяют постоянные (базовые) цены, действующие на момент расчета. В условиях высокой инфляции, что характерно для России, целесообразно осуществлять расчет, соизмеряя разновременные затраты и результаты, путем дисконтирования. Для этого используется норма дисконта (E).

$$E = 10\% = 0,1.$$

Приведение производится путем умножения затрат и результатов на коэффициент дисконтирования ($KД$):

Оценка проекта, сравнение вариантов и выбор оптимального осуществляется с использованием следующих показателей:

- Чистая дисконтированная стоимость (текущая дисконтированная стоимость), т.е. доход;
- Индекс доходности;
- Срок окупаемости.

Для того чтобы определить данные показатели, необходимо составить план денежных потоков (таблица 4.6).

Таблица 4.6 – План денежных потоков

Показатель	Значения, тыс. руб.			
	0-й год	1-й год	2-й год	3-й год
Налог на прибыль (20%)		36,402	36,402	36,402
Чистая прибыль		145,611	145,611	145,611
Инвестиции в ПО	-61,13	-	-	-
Чистый денежный поток (ЧДП)	-61,13	145,611	145,611	145,611

Для расчета чистой дисконтированной стоимости требуется для каждого года определить коэффициент дисконтирования:

$$КД_T = \frac{1}{(1+E)^T},$$

Где T – период дисконтирования (г.).

$$КД_1 = 0,9$$

$$КД_2 = 0,83$$

$$КД_3 = 0,75$$

Чистая дисконтированная стоимость (ЧДС) рассчитывается как сумма потоков реальных денег, приведенная за весь расчетный период к началу году:

$$ЧДС = \sum_{T=1}^T (ЧДП_T \cdot КД_T) - И,$$

где:

- $ЧДП_T$ – результат в T -ом году;
- $И$ – инвестиции в разработку ПО;
- T – период дисконтирования.

Таблица 4.6 – Вычисление чистой и текущей дисконтированной стоимости

Год	Затраты (-) Результаты (+)	КД при E = 0,10	ТДС (тыс. руб.)	ТДС нарас- тающим ито- гом
0	-61,13	1	-61,13	-61,13
1	145,611	0,9	131,05	69,92
2	145,611	0,83	120,857	190,777
3	145,611	0,75	109,208	299,985
				ЧДС = 299,985

Индекс доходности (*ИД*) определяется по формуле:

$$ИД = \frac{1}{И} \cdot \sum_{T=1}^T (ЧДП_T \cdot КД_T)$$

Индекс доходности (*ИД*) проекта составляет:

$$ИД = \frac{(131,05 + 120,857 + 109,208)}{61,13} = 5,9$$

Полученное значение $ИД = 4,58$ больше единицы, следовательно, разработка программы считается эффективной и экономически обоснованной.

Срок окупаемости инвестиционного проекта (T_{OK}) – это период времени, который необходим для возмещения инвестиций. T_{OK} находят с учетом дисконтирования, путем суммирования ежегодных поступлений до определенного периода, в котором они превзойдут первоначальные расходы денежных средств.

Найдем T_{OK} графическим методом, график, изображенный на рисунке 4.1, строится по данным таблицы 4.6.

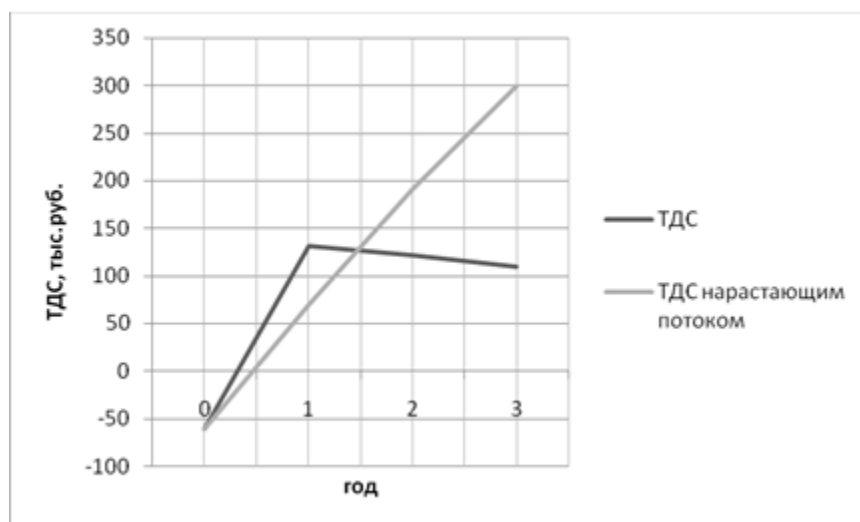


Рисунок 4.1 – Определение срока окупаемости проекта

Как видно из графика, значение T_{OK} составляет 0,5 года.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения дипломного проекта была разработана система контроля состояния газовых магистралей. Разработанная система полностью отвечает требованиям технического задания.

В системе предусмотрено: определение наличия метана в воздухе, обработка поступающей информации с модулей датчиков на контроллер, вывод информации на индикаторы, где указывается номер сработавшего датчика и их количество, а так же возможность переключения между номерами сработавших датчиков, с помощью кнопок. Еще одна возможность системы, подача звукового сигнала при срабатывании датчиков. Возможности разработанной системы позволяют оперативно выявлять утечку бытового газа и принять меры к ее устранению.

Данная система может быть внедрена в жилые и коммерческие здания, так как она проста во внедрении, эксплуатации и отличается дешевизной.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПГУ 1.090501.05.001 ПЗ

Лист

83

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Восьмиразрядные RISC-микроконтроллеры. Методические указания и практическое руководство по применению в курсовом и дипломном проектировании./ Л.А.Брякин – ПГУ, 2001
2. Евстифеев А.В. Микроконтроллеры Microchip: практическое руководство - А.В.Евстифеев. – М.: Горячая линия – Телеком, 2002. – 296 с.
3. Брякин Л. А, Брякин А. Л. Схемотехника модулей встраиваемых систем. Пенза : Изд-во ПГУ, 2016.
4. Ушаков Н.Н. Технология производства ЭВМ. Учебник для студентов вузов по спец. «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети» – М: Высш. шк., 1991 – 416 с.
5. ГОСТ 23662-79 - ГОСТ 23665-79 Платы печатные. Механическая обработка. Требования к типовым технологическим процессам. (Переиздания с Изм. № 1, 2) ГОССТАНДАРТ РОССИИ 1992, МОСКВА.
6. ГОСТ 23770-79 Платы печатные. Типовые технологические процессы химической и гальванической металлизации. ИЗДАТЕЛЬСТВО СТАНДАРТОВ 1995, МОСКВА.
7. ГОСТ 23752.1-92 (МЭК 326 – 2 – 90) Платы печатные. Методы испытаний. КОМИТЕТ СТАНДАРТИЗАЦИИ И МЕТРОЛОГИИ СССР 1992, МОСКВА.
8. ГОСТ 2.105-95 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам. Межгосударственный Совет по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол N 7 от 26 апреля 1995 г.)

Приложение А1

(обязательное)

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ГАЗОВЫХ МАГИСТРАЛЕЙ

СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СТРУКТУРНАЯ

					ПГУ 1.090501.05.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		85



					ПГУ1.090501.05.002 Э1				
					Система контроля состояния газовых магистралей Схема электрическая структурная				
Изм.	Лист	N докум.	Подп.	Дата					
Разраб.	Заграничных А								
Пров.	Бычков А.С.								
Н.контр.	Кучин А.В.								
					ФВТ, Каф. ВТ гр. 15В02				
Реценз.	Мартышкин А.И.								
Утв.	Митрохин М.А.								

Приложение А2

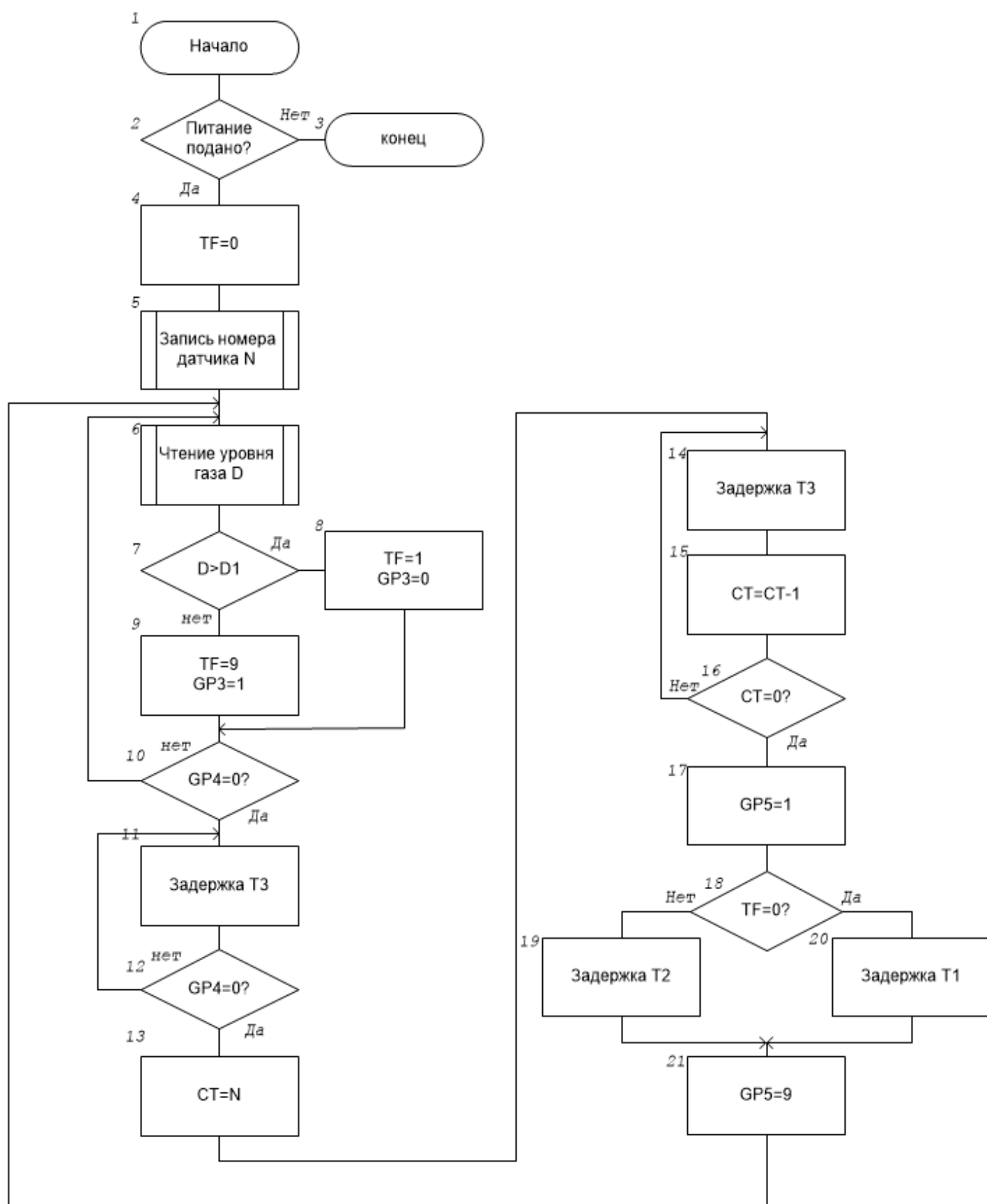
(обязательное)

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ГАЗОВЫХ МАГИСТРАЛЕЙ

МОДУЛЬ ДАТЧИКА

АЛГОРИТМ РАБОТЫ МОДУЛЯ ДАТЧИКА

					ПГУ 1.090501.05.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		87



Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата
Разраб.		Возражников А.А.		
Провер.		Бычков А.С.		
Реценз.		Мартышкин А.И.		
Н. контр.		Кучин А.В.		
Утв.		Митрохин М.А.		

ПГУ1.090501.12.003 Д2

Система контроля состояния
газовых магистралей
Схема алгоритма

Лит.	Масса	Масш.
Лист 1	Листов 1	
ФВТ, каф. ВТ группа 15В02		

Приложение АЗ

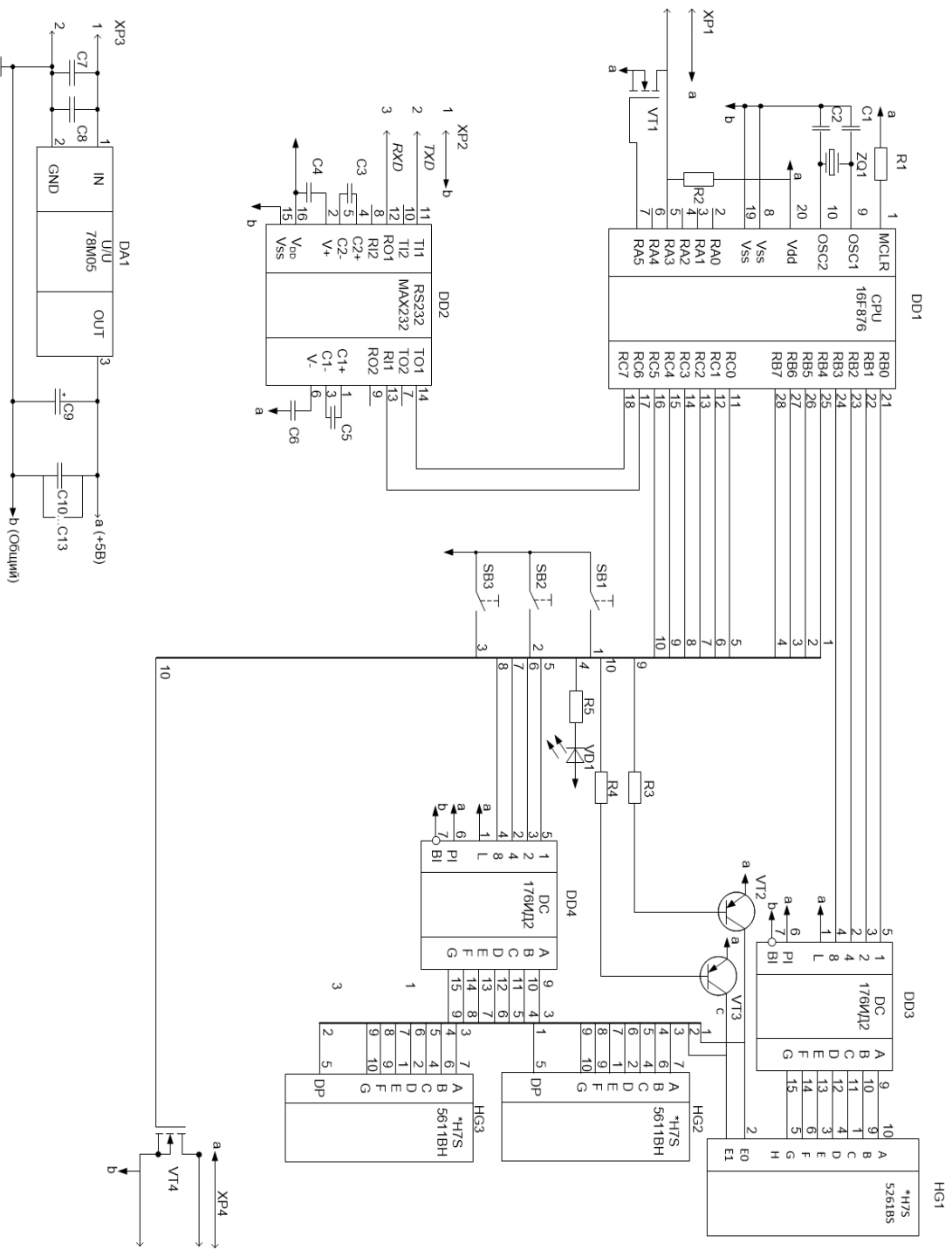
(обязательное)

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ГАЗОВЫХ МАГИСТРАЛЕЙ

МОДУЛЬ КОНТРОЛЛЕРА

СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ

					ПГУ 1.090501.05.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		89



1. Контакты 8 микросхем DD3, DD4 ориентировать на шину b (общий).
2. контакты 16 микросхем DD3, DD4 ориентировать на шину a (+5 В).

						ПГУ 1.09.05.01.05.004 ЭЗ
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
Разраб.		Загрядинов А.А.				
Провер.		Бычков А.С.				
Реценз		Мартьяшкин А.И.				
Н. контр.		Кучин А.В.				
Утверд.		Митрохин М.А.				

Приложение А4

(обязательное)

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ГАЗОВЫХ МАГИСТРАЛЕЙ

МОДУЛЬ ДАТЧИКА

СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ

					ПГУ 1.090501.05.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		91

Приложение А5

(обязательное)

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ГАЗОВЫХ МАГИСТРАЛЕЙ

ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕМЕНТОВ

					ПГУ 1.090501.05.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		93

ПРЕЗЕНТАЦИЯ

Приложение В1

(обязательное)

					ПГУ 1.090501.05.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		96

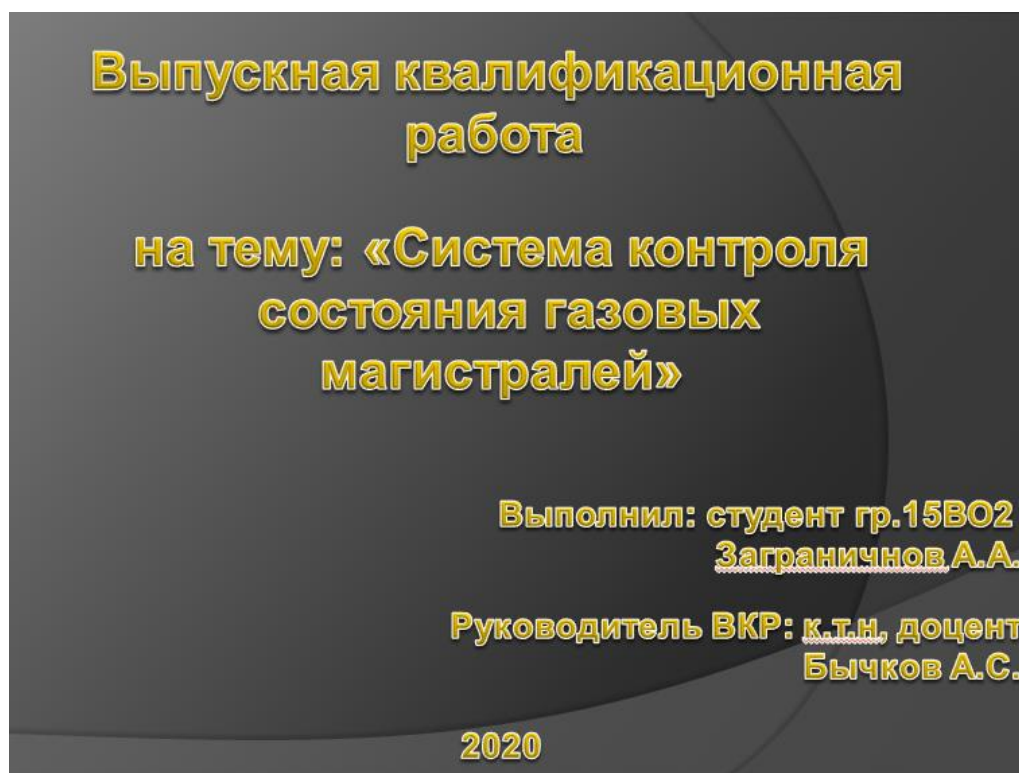


Рисунок 5 – Слайд №1

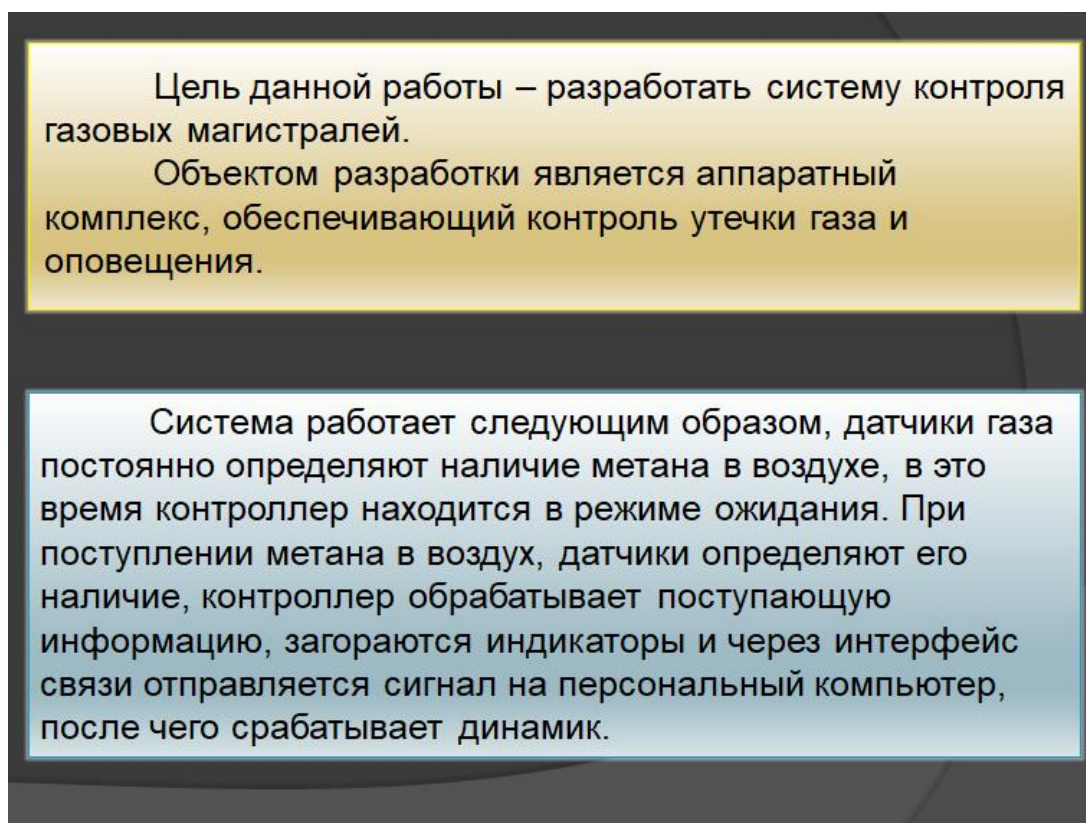


Рисунок 6 – Слайд №2

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата



Рисунок 7 – Слайд №3



Рисунок 8 – Слайд №4

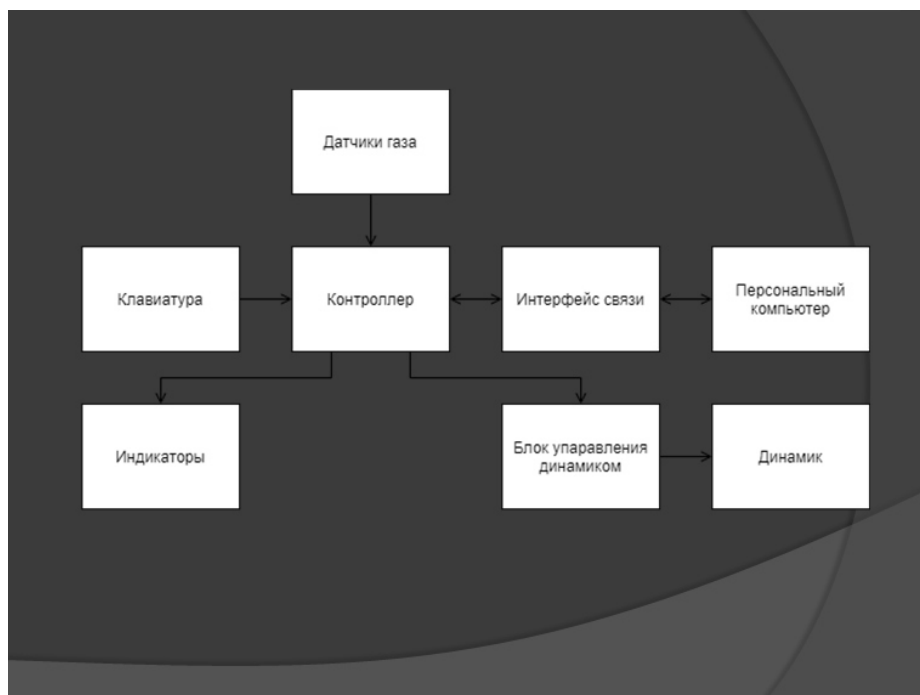


Рисунок 9 – Слайд №5

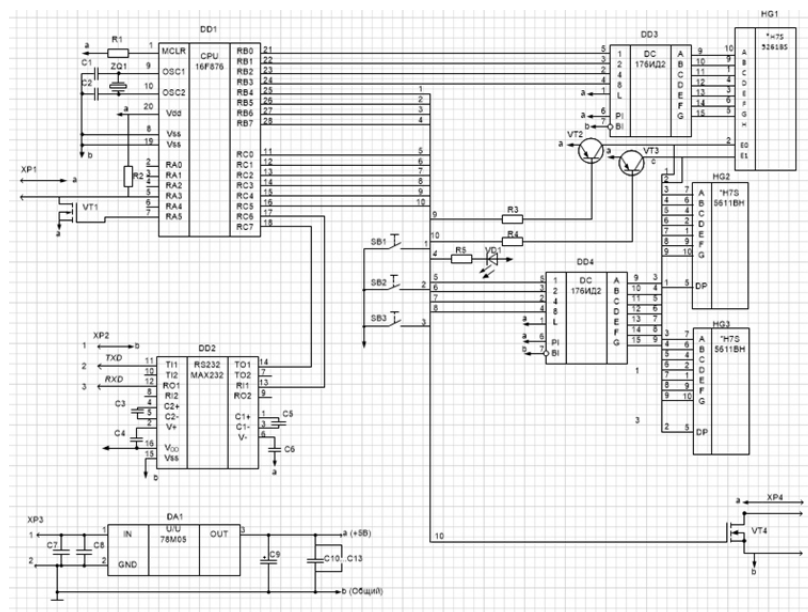


Рисунок 10 – Слайд №6

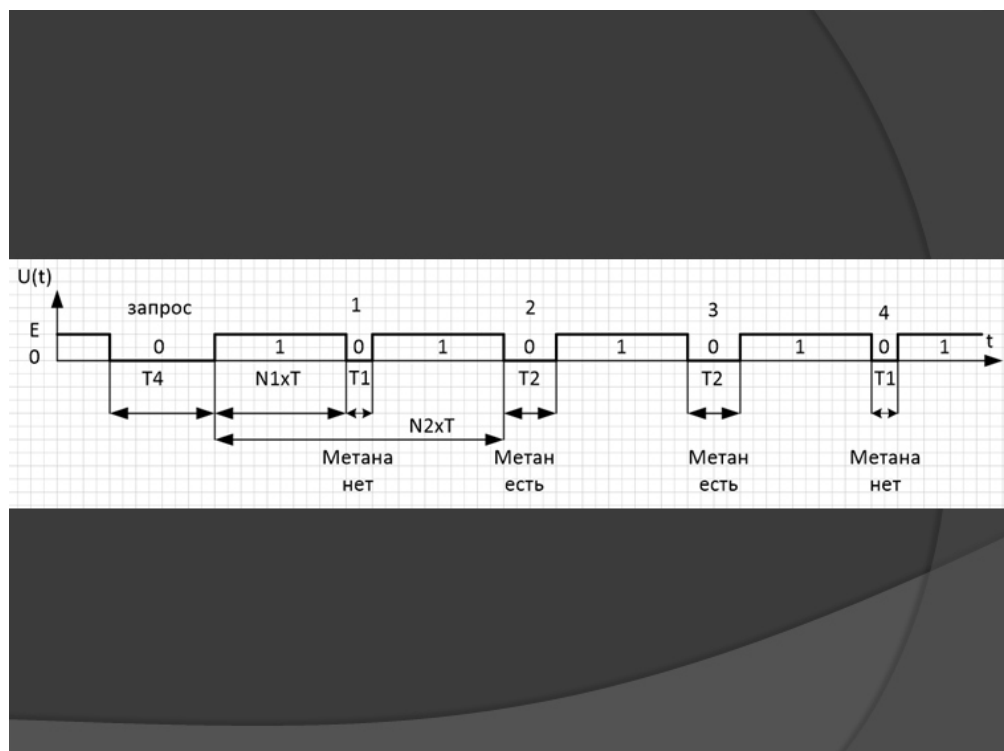


Рисунок 13 – Слайд №9