**СОДЕРЖАНИЕ**

[ВВЕДЕНИЕ 2](#_Toc70029790)

[1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР 3](#_Toc70029791)

[2. АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ 6](#_Toc70029792)

[2.1 Анализ схемы электрической принципиальной 6](#_Toc70029793)

[2.2 Анализ условий эксплуатации и дестабилизирующих факторов 10](#_Toc70029794)

[3. ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ, УНИФИЦИРОВАННЫХ УЗЛОВ, УСТАНОВОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ И МАТЕРИАЛОВ КОНСТРУКЦИИ 11](#_Toc70029795)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 17](#_Toc70029796)

[СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 18](#_Toc70029797)

[ПРИЛОЖЕНИЕ А 19](#_Toc70029798)

# **ВВЕДЕНИЕ**

Отопление частного дома, коттеджа, дачи или любого другого жилого помещения является важным фактором для комфортного пребывания в них. В настоящее время существует большое количество различных способов для обогрева помещений, для поддержания комфортной температуры внутри. Одним из таких примеров является газовый котел.

Данный вид котлов получил широкое распространение за счет следующих преимуществ:

- Позволяет отапливать объекты и помещения больших размеров;

- Коэффициент полезного действия достаточно высокий, а цена топлива – небольшая;

- Количество энергии, которое отдает котел, намного больше, чем потребляемое;

- Отсутствует необходимость следить за пламенем, потому что газ подается в установку непрерывно;

- Прост в эксплуатации и рассчитан на долгий срок службы.

В то же время, газовый котел является источником повышенной опасности. Современные котлы оснащены различными датчиками, которые могут определить, работает ли горелка, не упало ли давление ниже допустимого значения, достаточна ли тяга и т. д. Но несмотря на это, важную роль играет то, какую систему безопасности имеет помещение, в котором газовый котел размещен. При несоблюдении правил эксплуатации газовый котел может стать источником утечки газа или возгорания. Для того, чтобы максимально быстро реагировать на такие ситуации, необходимо грамотно подойти к выбору системы безопасности котельного помещения.

1. **ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР**

Для того, чтобы обеспечить в жилом помещении необходимые условия для комфортного проживания, нужна система, которая могла бы поддерживать нужный температурный режим внутри. Система отопления является наиболее удачным инженерным решением данного вопроса. Эволюция отопительного оборудования проделала долгий путь: от простых каминов до смарт-котлов, интегрированных в отопительную систему и рационально расходующих энергию в зависимости от нужд потребителя. Существуют различные виды систем отопления: водяное, электрическое, паровое, воздушное и др.

Среди всей классификации систем отопления наибольшей популярностью пользуется водяное отопление. Технические преимущества такого отопления были выявлены в результате многих лет практики:

- Небольшая температура поверхности различных приборов и труб;

- Обеспечивает одинаковую температуру во всех помещениях;

- Экономит топливо;

- Повышенные эксплуатационные сроки;

- Бесшумная работа;

- Простота в обслуживании и ремонте.

Главным компонентом системы водяного отопления является котел. Такое устройство необходимо для того, чтобы нагревать воду. Вода является в таком виде отопления теплоносителем. Она циркулирует по трубам замкнутого типа, а потом тепло передается в различные отопительные компоненты, а от них уже обогревается все помещение.



Рисунок 1.1 – Схема водяной системы отопления

Электрическая система отопления становится популярной за счет того, что не требует больших затрат для установки или ремонта. Электрический конвектор можно поставить в нужное место и подключить его к питанию сети. Уровень комфорта и экономичность такой обогревательной системы достигается благодаря тому, что в электрических конвекторах применяется электронная система, которая помогает поддерживать определенную температуру.



Рисунок 1.2 – Схема электрической системы отопления

Воздушное отопление считается одним из самых старых видов отопления. Такая отопительная система получила широкое распространение в общественных и производственных помещениях. Нагретый воздух попадает в помещение, где происходит процесс смешивания с внутренним воздухом и охлаждается до температуры помещения и снова нагревается.



Рисунок 1.3 – Схема воздушного отопления

Одним из видов воздушного отопления является отопление при помощи газовых котлов. Низкая цена топлива обеспечила ему популярность. Но установка такого котла требует соблюдения ряда условий из-за взрывоопасности газа. Современные газовые котлы имеют различные датчики, отвечающие за безопасность оборудования:

- Тяги;

- Температуры (уличный и комнатный);

- Пламени;

- Датчик давления;

- Перегрева.



Рисунок 1.4 – Газовый котел

Но несмотря на безопасность современного котельного оборудования, важную роль играет система безопасности помещения, в которой котел размещен. Данная система безопасности должна уметь распознавать наличие опасных газов в помещении (таких как угарный (CO) и углекислый (CO2) газ), задымленность, возгорание, а также отслеживать температуру и влажность помещения и реагировать соответствующим образом на данные показатели.

1. **АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ**

## **2.1 Анализ схемы электрической принципиальной**

Схема электрическая принципиальная системы представлена на рисунке 2.1. Схема электрическая принципиальная питания системы представлена на рисунке 2.2.

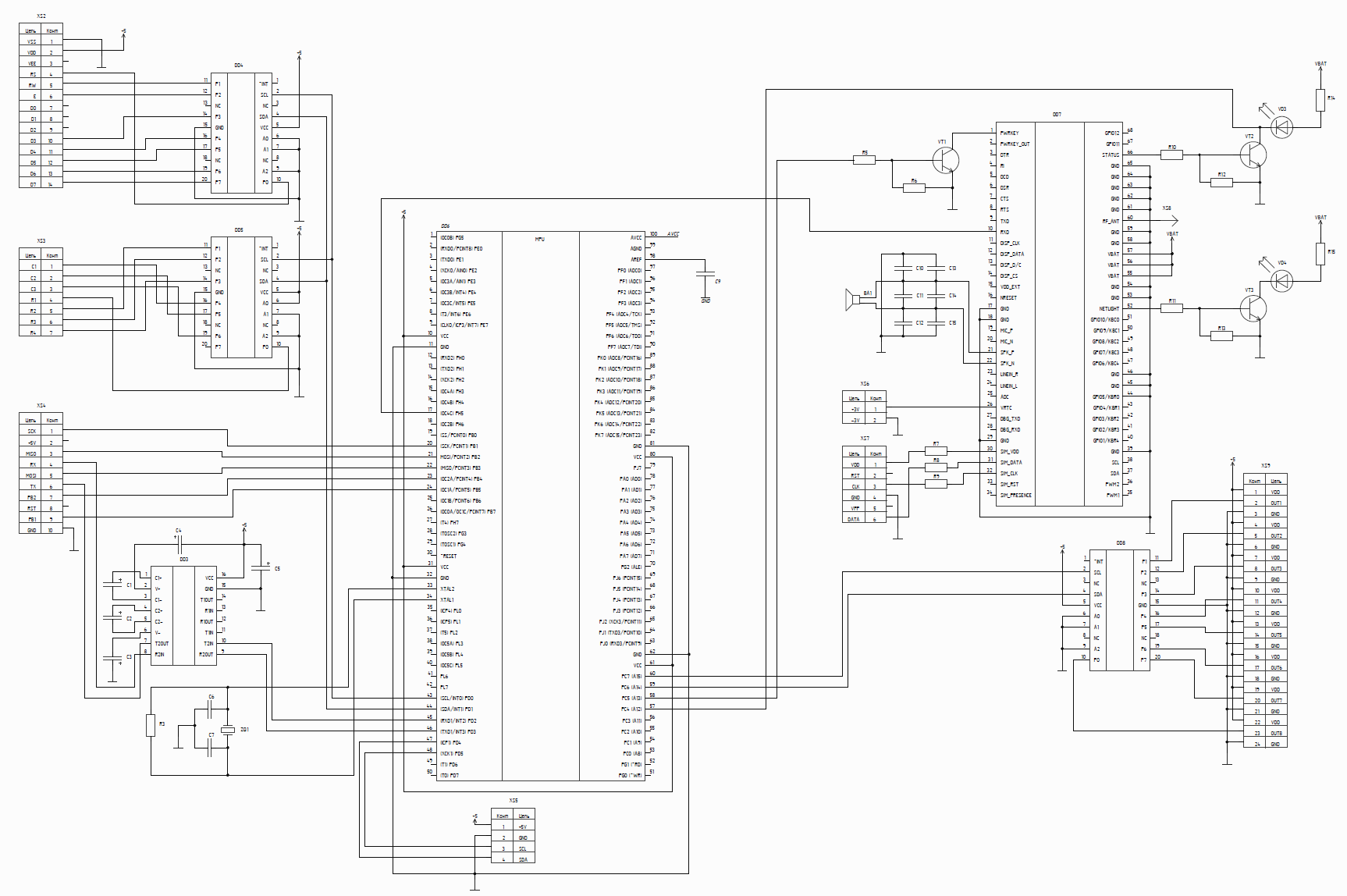


Рисунок 2.1 – Схема электрическая принципиальная устройства

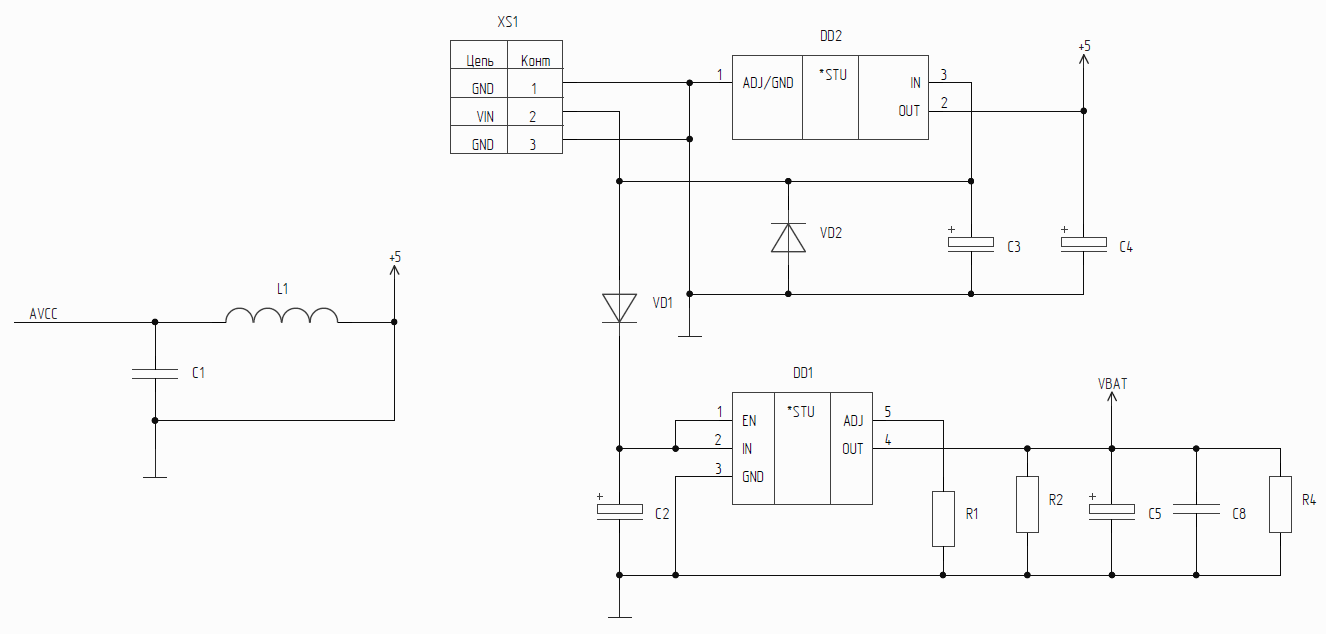


Рисунок 2.2 – Схема электрическая принципиальная питания системы

Принцип работы заключается в считывании показания датчиков и принятия решения на основании программы управления, зашитой в микроконтроллере ATMega2560 (DD6). Передача микроконтроллером управляющего сигнала осуществляется через разъем USB Type-A (XS5). В ходе разработки схемотехнической документации было принято решение о режиме работы микроконтроллера на его предельной частоте – 16 МГц. Так как встроенный кварцевый резонатор способен выдавать частоту лишь 8 МГц требуется подключить внешний кварцевый резонатор ко входам XTAL1 и XTAL2 микроконтроллера, два других вывода кварцевого резонатора заземлить, второй конец параллельных резонатору цепей также заземлить, но перед подключением земли расположить по емкости малого номинала. Для этого был выбран конденсатор многослойный керамический с номиналом 22 пФ (Murata К10-17Б), максимальным отклонением от номинала в 10% и напряжение 50 В.

Главной управляющей микросхемой системы обеспечения безопасности котельной жилого дома является микроконтроллер ATMega2560 (DD5). К ней через расширители портов ввода/вывода подключаются различные элементы управления и индикации системы, а также датчики, которые выполняют роль считывателей состояния помещения. Также напрямую к микроконтроллеру ATMega подключается микросхема SIM900A (DD7), обеспечивающая возможность оповещения о чрезвычайной ситуации через SMS. Сигналы, которые DD8 передает внешним системам, отправляются через USB Type-A (XS5). Взаимодействие с человеком (прошивка, отладка системы) осуществляется через разъем типа RS-232 (XS4).

Система обеспечения безопасности котельной жилого дома имеет разъем для подключения датчиков– BH-24 (XS9), и позволяет подключить до 8 проводных датчиков. В свою очередь разъем XS9 подключается к DD6 через расширители портов ввода/вывода для шины I2C – PCF8574 (DD8). Выводы разъема OUT1-OUT8 подключаются к выводам P0-P7 расширителя DD8. Так как DD8 является единственным расширителем, подключаемым к портам PC6, PC7 микросхемы DD6, то адресные выводы A0-A2 заземляются, их логические уровни равны 0. Для питания DD8 используется питающее напряжение цепи +5В.

Для отображения показаний датчиков в систему подключается дисплей. Через разъем BH-14 (XS2) подключается LCD-дисплей LM044L размером 20 символов на 4 строки. Для обеспечения питания дисплея на контакт 2 (VDD) разъема XS2 подается питающее напряжение +5В, контакт 1 (VSS) заземляется. К управляющей микросхеме DD6 разъем XS2 подключается через расширитель портов ввода/вывода PCF8574 (DD4). Так как в цепи подключения к портам PD0 и PD1 будет подключен еще один расширитель портов, то заземлим адресные выводы A0-A2, и получим логический сигнал 000.

Для предоставления пользователю возможности взаимодействия с системой через главную панель будет использоваться клавиатура AK-304-N-BBW. Она оборудована кнопками от 0 до 9 и знаками \* и #. Клавиатура подключается к системе через 7-контактный разъем (XS3). На выводы расширителя портов P0-P6 подаются сигналы с клавиатуры через разъем XS3, который пронумерован для правильного подключения клавиатуры. Разъем XS3 подключается к DD6 с использованием расширителя портов ввода/вывода PCF8574 (DD5). Так как в цепи подключения к портам PD0 и PD1 уже подключен расширитель портов DD4, то заземлим адресные выводы A1-A2 и подадим питание на вывод A0, чтобы получить логический сигнал 001.

Взаимодействие разработчиков с системой происходит через коммуникационный последовательный интерфейс RS-232 (XS4). Он является довольно распространенным и имеет большое число преобразователей в USB, Ethernet, силовые разъемы и прочие. Управляющий микроконтроллер DD1 обеспечивает работу шины I2C через стандартный интерфейс. Коммуникационный разъем ХS4 содержит выводы интерфейса SPI, который может быть использован для ISP-программирования. Последовательный коммуникационный интерфейс подключен через микросхему преобразователя уровней MAX232 (DD3). Для согласования уровней DD8 и XS4, к DD3 подключаются поляризованные конденсаторы C1-C5 емкость 1мкФ к выводам C1+, C1-, C2+, C2-, V-. Для питания DD3 используется напряжение +5В.

Для осуществления SMS-оповещения пользователя была использована микросхема SIM900A (DD7). Эта микросхема является двухдиапазонным модулем GSM/GPRS работающим на частотах EGSM 900 МГц и DCS 1800 МГц. Для автономного питания микросхемы DD7 используется батарейка CR2032, устанавливаемая в разъем XS7, который подключается к выводу микросхемы VRTC. Для того, чтобы аутентифицировать систему в сети и прислать ей SMS-команду с мобильного телефона, к выводам SIM\_VDD, SIM\_DATA, SIM\_CLK микросхемы DD7 подключается SIM-карта через разъем SIM5051 с использованием резисторов R7-R9 на 22 Ом. К микросхеме DD7 подключается пьезодинамик HPA17F через конденсаторы C10-C12 на 10пФ и C13-C15 на 33пФ для оповещения пользователя о пришедшей SMS-команде или включении устройства. Вывод PWRKEY GSM-модуля подключается к выводу PC5 микроконтроллера ATMega для подачи микроконтроллером сигнала включения. Прием внешних сигналов GSM-модулем осуществляется через антенну, которая выводится за пределы корпуса и подключается к разъему RECE.20279.001E.01 (XS8). Цепь, идущая от коллектора транзистора VT2 к выводу PC4 микроконтроллера, добавлена для дополнительной страховки и нужна для того, чтобы следить, включен ли модуль SMS-управления устройством. Так как порог выключения у SIM900А составляет 3,2 В то даже при незначительной просадке напряжения модуль автоматически выключится, тогда как микроконтроллер продолжит работать и выполнять программу. Такие поведение основывается на том, что порог сброса у ATmega2560 равен 2,7 В. В рабочем состоянии в этой цепи находится низкий уровень напряжения. Если микроконтроллер DD6 обнаружит, что на этой линии высокий уровень напряжения, выполнится функция повторного запуска GSM-модуля. Вывод NETLIGHT GSM-модуля используется для отображения состояния сети. Рабочие состояния вывода представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Рабочие состояния вывода NETLIGHT

|  |  |
| --- | --- |
| **Состояние** | **Функция SIM900A** |
| Выключен | Микросхема не в рабочем состоянии |
| 64мс включено/800мс выключено | Микросхема не нашла сеть |
| 64мс включено/3000мс выключено | Микросхема нашла сеть |
| 64мс включено/300мс выключено | Связь по GPRS |

Опишем схему питания системы, представленную на рисунке 2.2. Разъем ADC-029 является входным портом, на который подается внешние питание от блока питания 12В. С помощью стабилизаторов напряжения NCP1117ST50T3G (DD2) и MIC29302WT (DD1) напряжение 12В преобразуется в 5В и 3,3В соответственно. Напряжение питания 3,3В используется для питания GSM-модуля, 5В используется для питания микроконтроллера ATmega, преобразователя уровня MAX232, расширителя портов PCF8574 и для подачи питания на разъемы для подключения внешних устройств. Также в микроконтроллере ATmega для питания порта AVCC через перемычку в виде L1 и C1 подключается напряжение питания 5В.

## **2.2 Анализ условий эксплуатации и дестабилизирующих факторов**

Система обеспечения безопасности котельной жилого дома эксплуатируется в диапазоне температур от -20 до +60°С и относительной влажности не более 90%.

Основным назначением системы обеспечения безопасности котельной жилого дома является эксплуатация в районе с умеренным климатом и экономически нецелесообразно их использование вне пределов этого района.

Так как система находится в умеренном климате в помещении, и температура с учетом теплоизоляции помещения не будет ниже -20°С, при отсутствии отопления, то была выбрана следующая категория размещения: для эксплуатации в помещениях (объемах) с искусственно регулируемыми климатическими условиями, например, в закрытых отапливаемых или охлаждаемых и вентилируемых производственных и других, в том числе хорошо вентилируемых подземных помещениях (отсутствие воздействия прямого солнечного излучения, атмосферных осадков, ветра, песка и пыли наружного воздуха; отсутствие или существенное уменьшение воздействия рассеянного солнечного излучения и конденсации влаги) «помещение категории 4».

Сочетание исполнения, категории и группы для системы обеспечения безопасности котельного помещения жилого дома будет использоваться следующее: вид климатического исполнения УХЛ 4.2 по ГОСТ 15150-69.

Таблица 2.2 – Характеристики вида климатического исполнения УХЛ 4.2

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Значение температуры воздуха при эксплуатации, °С | | | | Относительная влажность | |
| Рабочее | | Предельное рабочее | | Среднегодовое  значение | Верхнее  значение |
| верхнее | нижнее | верхнее | нижнее | При 20°С | при 25 °С |
| +35 | +10 | +40 | 0 | 60% | 80% |

# **3.** **ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ, УНИФИЦИРОВАННЫХ УЗЛОВ, УСТАНОВОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ И МАТЕРИАЛОВ КОНСТРУКЦИИ**

Выбор элементной базы должен обеспечить надежность, ремонтопригодность и экономичность. При этом необходимо стремиться к выбору недорогих элементов, имеющих широкое применение в современных электронных средствах, добиваться максимальной простоты сборки и электрического монтажа, регулировки и испытаний.

Характеристики изделий электронной техники приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Элементы, входящие в систему, и их характеристики

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Позиционное обозначение | Тип | Примечание | Корпус |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| ВA1 | HPA17F | Uпит не более 5В;  Диапазон температуры (-20…+60)0С |  |
| C1, C14 | GRM | Конденсатор многослойный керамический поверхностного монтажа;  C = 1мкФ; Uраб = 16В;  Диапазон температур (-55…+125)0С | SMD 0805 |
| C2, C8 | JRB | Конденсатор электролитический поляризованный сквозного монтажа;  C = 100мкФ; Uраб = 100В;  Диапазон температур (-40…+105)0С |  |
| C3, C7 | JRB | Конденсатор электролитический поляризованный сквозного монтажа;  C = 10мкФ; Uраб = 100В;  Диапазон температур (-40…+105)0С |  |
| C4-C6, C9, C13 | JRB | Конденсатор электролитический поляризованный сквозного монтажа;  C = 1мкФ; Uраб = 100В;  Диапазон температур (-40…+105)0С |  |
| C10-C12 | GRM | Конденсатор многослойный керамический поверхностного монтажа;  C = 0,1мкФ; Uраб = 100В;  Диапазон температур (-55…+125)0С | SMD1206 |
| С15 | GRM | Конденсатор многослойный керамический поверхностного монтажа;  C = 10пФ; Uраб = 50В;  Диапазон температур (-55…+125)0С | SMD 0805 |
| DD1 | MIC29302WT | Uпит не более 26В;  Диапазон температур (-40…+125)0С | TO-263-5 |
| DD2 | NCP1117  ST50T3G | Uпит не более 20В;  Диапазон температур (-40…+125)0С | SOT-223 |
| DD3 | MAX232 | Uпит не более 5,5В;  Диапазон температур (-40…+85)0С | DIP-16 |
| DD4, DD5, DD8 | PCF8574 | Uпит не более 7В;  Диапазон температур (-40…+85)0С | PDIP-16 |
| DD6 | ATmega2560 | Uпит не более 5,5В;  Диапазон температур (-40…+85)0С | TQFP-100 |
| DD7 | SIM900A | Uпит не более 4,5В;  Диапазон температур (-40…+85)0С | SMD-8pin |
| L1 | B82432A | Индуктивность поверхностного монтажа;  L = 10мкГн  Диапазон температур (-55…+125)0С | SMD 1812 |
| R1-R15 | RC | Бескорпусные толстопленочные резисторы;  R = 22Ом, 510Ом, 4,7кОм, 47кОм, 100кОм, 1МОм;  Pном. = 0,125 Вт; Uраб = 200В;  Диапазон температуры (-55…+125)0С | SMD 0805 |
| VD1, VD2 | M7 | Диод универсальный | SMA |
| VD3 | GNL-3012HD | Светодиод красный |  |
| VD4 | GNL-3014BC | Светодиод синий |  |
| VT1-VT3 | BC547 | Транзистор npn типа  Макс. напр. к-б при заданном обратном токе к и разомкнутой цепи э.(Uкбо макс) = 50В  Макс. напр. к-э при заданном токе к и разомкнутой цепи б.(Uкэо макс) = 45В  Iк макс = 0.1A  P = 0.5В  Диапазон температуры (-55…+150)0С | TO-92 |
| XS1 | ADC-029 | Разъем питания для системы  Диапазон температуры (-25…+85)0С | DIP |
| XS2 | PBS-7 | Разъем для подключения дисплея, 14 контактов  Диапазон температуры (-40…+105)0С | DIP |
| XS3 | PBS-14 | Разъем для подключения клавиатуры, 7 контактов  Диапазон температуры (-40…+105)0С | DIP |
| XS4 | BH | Разъем RS-232  Диапазон температуры (-40…+105)0С | BH-10 |
| XS5 | USBA-1J | Разъем для передачи команд внешним исполнительным устройствам  Диапазон температуры (-40…+60)0С | USBA-1J |
| XS6 | KLS5-  CR2032-01 | Разъем для батареи типа CR2032  Диапазон температуры (-25…+85)0С |  |
| XS7 | SIM5051-  6-0-18-00-A | Разъем для SIM-карты  Диапазон температуры (-40…+85)0С | SMD |
| XS8 | RECE.20279  .001E.01 | Разъем для подключения антенны к GSM-модулю  Диапазон температуры (-40…+90)0С | SMD |
| XS9 | BH | Разъем для подключения датчиков, 24 контакта  Диапазон температуры (-55…+140)0С | DIP |

Элементная база выбирается исходя из их назначения в схеме, объема производства, экономической целесообразности применяемого способа изготовления изделия. Также материалы и элементы выбираются с учетом требований, предъявляемых к компоновке платы в целом, а также отдельных ее элементов.

В стеклотекстолитах имеет структуру слоеного пластика, волокна которого чередуются с полимерным связующим веществом. В качестве полимера зачастую используют следующие вещества: бакелиту, эпоксидную смолу или полиэфирную смолу. Основой стеклотекстолита является стеклоткань. Этот материал обладает хорошим механическим и электрическим свойствами, химической инертностью, высокой стойкостью к перегревам (рабочая температура от -65°С до +155°С), обладает высокими гидрофобными свойствами.

Из недостатков можно выделить то, что листы стеклотекстолита имеют предельные запасы прочности и требуют соблюдения определенных условий хранения. При обработке они могут выделять токсичную пыль от смол, которая способна раздражать слизистую. Кроме того, при нагреве до высоких температур (от 400 °C) изделия выделяют токсичные пары, включая фенол и его производные. Также можно выделить сравнительно высокую стоимость.

Неметаллические покрытия на плате используются для защиты:

– печатных проводников и поверхности основания печатной платы от воздействия припоя;

– элементов проводящего рисунка от замыкания навесными радиоэлементами.

Для защиты печатных проводников и поверхности основания печатной платы от воздействия припоя используют диэлектрические защитные покрытия на основе эпоксидных смол, сухого пленочного резиста, холодных эмалей, оксидных пленок. Варианты конструктивных покрытий печатных плат приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Конструктивные покрытия печатных плат

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вид покрытия | Толщина, мкм | Назначение покрытия |
| Серебряное | 6 – 12 | Улучшение электрической проводимости |
| Сплав серебро-сурьма | 6 – 12 | Улучшение электрической проводимости и повышение износоустойчивости переключателей и концевых контактов |
| Золотое и его сплавы | 0,5 – 3,0 | Улучшение электрической проводимости, снижение переходного сопротивления и повышение износоустойчивости |
| Палладиевое | 1 – 5 | Снижение переходного сопротивления и повышение износоустойчивости контактов переключателей и концевых контактов |
| Никелевое | 3 – 6 | Защита от коррозии, повышение износоустойчивости контактов переключателей и концевых контактов |
| Медное | 25 – 30 | Обеспечение электрических параметров, соединение проводящих слоев |

В качестве конструктивного покрытия печатной платы выбираем сплав серебро-сурьма. Покрытие печатных проводников, контактных площадок и металлизированных отверстий сплавом Sn97Cu3.

На надежность электронных средств оказывает влияние выбор припоя для электрического монтажа. Для пайки выводных электрорадиоэлементов выбираем припой ПОС-61. Для пайки SMD элементов выбираем паяльную пасту Mechnic XP-50.

Позиционные обозначения элементов маркировать краской маркировочной МКЭЧ по ГОСТ 14763-89.

После установки элементов покрываем лаком Plastik 71.

Перед пайкой электрорадиоэлементов необходимо подготовить посадочные места – очистить от окислов. Для этого применяется флюс.

Флюс – вещество органического и неорганического происхождения, предназначенные для удаления оксидов с паяемых поверхностей, снижения поверхностного натяжения, улучшения растекания жидкого припоя и/или защиты от действия окружающей среды.

Рассмотрим принцип действия паяльных флюсов. Для облегчения соединения деталей и печатной платы требуется нагрев металла. При этом на его поверхности образуется оксидная пленка, снижающая способность припоя соединяться с металлическими деталями. Решить проблему позволяет флюс для пайки. При комнатной температуре данное химическое соединение остается инертным, а для получения полезных свойств требуется его интенсивный нагрев. Флюсы могут добавляться в припой или наносятся непосредственно на металлические поверхности для предотвращения нежелательного окисления.

Таким образом выполняются сразу три задачи:

* растворение оксидной пленки, образовавшейся на поверхности обрабатываемого металла;
* роль кислородного барьера для предотвращения дальнейшего окисления;
* улучшение смачивания поверхностей, подлежащих пайке.

Одним из главных требований к флюсам является способность выдерживать высокие температуры, сохраняя при этом все полезные эксплуатационные свойства.

Для химической очистки соединяемых поверхностей и обеспечивающий прочность связи в области пайки, выбираем флюс Kester 959T.

# **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В ходе преддипломной практики была разработана система обеспечения безопасности котельной жилого дома в соответствии с заданием. Данная система включает в себя следующий функционал:

- Определение наличия опасных газов в помещении (угарный (CO) и углекислый (CO2) газ);

- Определение задымления;

- Определение возгорания;

- Определение превышения температуры и влажности;

- Звуковая и световая сигнализация при обнаружении опасности;

- SMS-оповещение о чрезвычайной ситуации по номеру телефона.

Таким образом, было разработано цифровое устройство, которое полностью соответствует своим требованиям и может быть использовано в качестве надежной системы обеспечения безопасности котельной жилого дома.

# **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

[1] – Полупроводниковая схемотехника: справочное руководство: пер. с нем./Титце У., Шенк К. – М.:Мир, 1985 – 512с.

[2] – Статья про Arduino [Электронный ресурс]: 2021г. URL: <http://arduino.ru/About>.

[3] – Статья про систему автоматизированного проектирования Proteus [Электронный ресурс]: 2021г. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Proteus_Design_Suite>.

[4] – Пухальский, Г. И. Проектирование дискретных устройств на интегральных микросхемах : справочник / Г. И. Пухальский, Т. Я. Новосельцева. – М. : Радио и связь, 1990. – 304 с.

[5] – Зубчук, В. И. Справочник по цифровой схемотехнике / В. И. Зубчук, В. П. Сигорский, А. Н. Шкуро. – Киев : Тэхника, 1990. – 448 с.

[6] – Статья про электронный котел [Электронный ресурс]: 2021г. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Газовый\_котел.

# **ПРИЛОЖЕНИЕ А**