ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ГОСТ - Государственный стандарт;

СНИП - Строительные нормы и правила;

СН - Санитарные нормы;

ПЭВМ - Персональные компьютеры серии единой системы;

ЭМП - Электромагнитное поле;

ПК - Персональный компьютер;

КПД - Коэффициент полезного действия;

ПДК - Предельно допустимая концентрация;

ПОС - Припой оловянно-свинцовый;

ПОСК - Припой оловянно-свинцовый-кадмиевый;

НДФЛ - Налог на доходы физических лиц;

НЧП - Норматив чистой продукции;

СЧП - Субъекты частного предпринимательства;

ФФОМС - Федеральный Фонд обязательного медицинского страхования.

АЦП - Аналогово-Цифровой преобразователь

ПКП - Приёмо-контрольный прибор (панель)

ОПС - Охранно-пожарная сигнализация

ПД - Пожарный датчик

ОД - Охранный датчик

ЦППОС - Центральный пункт Пожарно-охранной связи

СО - Система оповещения

ППКОПУ - Прибор приемо-контрольного охранно-пожарного управления

СКУД - Система контроля и управления доступом

АСПТ - Автоматическая система пожаротушения

ОЗУ - Оперативное запоминающее устройство

ПЗУ - Постоянное запоминающее устройство

КМОП - Комплементарная структура металл-оксид-полупроводник

ЭСППЗУ – Электронно-стираемое программируемое постоянное запоминающее устройство

ССБТ - Система стандартов безопасности труда

ПУЭ - Правила устройства электроустановок

РЭО - Радиоэлектронное оборудование

ВПФ - Вредные производственные факторы

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....6
ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ МИКРОПОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ.....9
1.1 Общие сведения о микропроцессорных системах……..9
1.2 Структура микропроцессорной системы.....10
1.3 Типы архитектуры микропроцессорных систем.....12
1.4 Алгоритм работы микропроцессорной системы.....14
1.5 Режимы работы микропроцессорной системы.....18
1.6. Основные типы микропроцессорных систем.....19
1.7 Критерии оценки качества микропроцессорной системы.....21
ГЛАВА 2. ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ РАЗРАБАТЫВАЕМОГО УСТРОЙСТВА.....23
2.1. Охранно-пожарная сигнализация и её основные компоненты.....23
2.2 Разработка структурной схемы устройства 29
ГЛАВА 3. ВЫБОР ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ РАЗРАБАТЫВАЕМОГО УСТРОЙСТВА33
3.1 Выбор микроконтроллера.....33
3.2 Выбор интегральных микросхем.....46
3.3 Выбор датчиков сигнализации.....49
3.4 Расчет схемы принципиальной.....52
3.5 Разработка конструкции.....54
3.6 Расчет технологических параметров.....55
ГЛАВА 4. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАЗРАБАТЫВАЕМОГО УСТРОЙСТВА.....60
4.1 Разработка алгоритма работы.....60
4.2 Интегрированная система разработки AVR Studio.....63
4.2 Программа работы микроконтроллера.....71

ГЛАВА 5. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ОБЪЕКТА РАЗРАБОТКИ.....72
5.1 Расчет себестоимости разрабатываемого устройства.....72
5.2 Определение точки безубыточности.....77
ГЛАВА 6. ОХРАНА ТРУДА И БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....78
6.1 Нормативно-правовое обеспечение охраны труда.....78
6.2 Опасные и вредные производственные факторыи их классификация…78
6.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов воздействующих на электромеханика управления.....80
6.4 Требования безопасности во время монтажных работ.....83
6.5 Расчет параметров освещения.....89
6.6 Мероприятия пожарной безопасности.....89
6.7 Мероприятия по электробезопасности.....92
6.8 Экологичность проекта.....93
6.9 Технологический контроль на производстве.....99
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....105
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....107

ВВЕДЕНИЕ

Пожары, техногенные катастрофы, случаи терактов стали частым явлением в нашем современном мире. Поэтому применение превентивных мер по предупреждению этих угроз и обеспечению безопасности объекта чрезвычайно актуально. В связи с этим отмечается рост спроса на системы централизованной охранно-пожарной сигнализации (ОПС), как для крупных объектов промышленного назначения, так и для средних и небольших объектов промышленного, производственного, хозяйственного и другого. Главная их задача состоит в оперативной передаче тревожной информации операторам соответствующих служб и одновременного оповещения людей на местах о возникновении чрезвычайной ситуации.

Охранно-пожарная сигнализация – это базовый элемент в системе безопасности любого предприятия. Системы ОПС постоянно совершенствуются, разрабатываются новые способы обнаружения возгорания, снижается процент ложных тревог.

Для обеспечения максимально быстрой реакции на срабатывание сигнализации, определения точного места и времени срабатывания, упрощения процедуры сдачи под охрану и снятия с охраны требуется обеспечение централизованного наблюдения на всей территории объекта. Рационально охранно-пожарную сигнализацию интегрировать в комплекс, объединяющий системы безопасности и инженерные системы здания, обеспечивая достоверной адресной информацией системы оповещения, пожаротушения, дымо-удаления, контроля доступа [2]. В связи с этим самым перспективным направлением в области построения систем сигнализации являются комбинированные (адресно-аналоговые) системы. Адресно-аналоговые извещатели измеряют величину задымленности или температуру на объекте, а сигнал формируется на основании математической обработки полученных данных в ПКП (специализированная ЭВМ). Имеется возможность подключать любые датчики,

система способна определить их тип и требуемый алгоритм работы с ними, даже при условии включения всех этих устройств в один шлейф охранной сигнализации. Эти системы обеспечивают максимальную скорость принятия решений и управления. Для правильной работы адресно-аналоговой аппаратуры требуется учитывать уникальный для каждой системы язык общения ее компонентов (протокол). Применение этих систем дает возможность быстро, без больших затрат внести изменения в уже существующую систему при изменении и расширении зон объекта.

Для расширения функциональных возможностей и для снижения стоимости при разработке охранно-пожарной сигнализации целесообразно использовать микропроцессоры, позволяющие производить аппаратуру с улучшенными техническими и потребительскими характеристиками.

Микропроцессоры и производные от них — микроконтроллеры — широко распространенный элемент инфраструктуры современного общества. Микроконтроллерная техника является одной из наиболее динамично развивающихся областей современной вычислительной техники. Появление микроконтроллеров повлекло за собой создание миниатюрных электронных устройств, выполняющих различные функции. Они широко используются в различных изделиях вычислительной, измерительной, лабораторной и научной техники; в системах управления промышленным оборудованием, транспорта и связи; в бытовой технике и других областях.

Системы на основе микроконтроллеров отличаются от других микропроцессорных систем не только архитектурой и характеристиками, но и особенностями функционирования и реализации. При разработке таких систем создаются аппаратные средства, которые реализуются соответствующим подключением микроконтроллера к внешним устройствам, а также обеспечивается выполнение многих системных функций, что позволяет оптимизировать проект для конкретного применения.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка недорогой, надёжной и универсальной микропроцессорной системы на основе

микроконтроллера для ОПС, обеспечить наработку до отказа микроконтроллера 60000 часов.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- разработать структурную схему устройства;
- разработать электрическую принципиальную схему устройства;
-.разработать алгоритм работы программы и программное обеспечение микроконтроллера;
- провести анализ экономической эффективности разработки устройства;
- рассмотреть экологическую характеристику проекта и безопасность труда.

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ МИКРОПОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ

1.1 Общие сведения о микропроцессорных системах

Микропроцессорная система (МПС) представляет собой функционально законченное изделие - систему, включающую в себя хотя бы 1 микропроцессор (МП), запоминающее устройство (ЗУ), устройства ввода/вывода (УВВ), устройства сопряжения системной шины с устройствами ввода/вывода (контроллеры), системную шину. Данная система может рассматриваться как частный случай электронной системы, которая предназначена для обрабатывания входных сигналов и выдачи выходных сигналов. В роли входных и выходных сигналов возможно использование аналоговых сигналов, одиночных цифровых сигналов, цифровых кодов, последовательности цифровых кодов. В данной системе, как в любой цифровой системе, входные аналоговые сигналы преобразуют в последовательности кодов с помощью аналогово-цифровых преобразователей (АЦП), а выходные аналоговые сигналы формируют из последовательности кодов с помощью цифровых аналоговых преобразователей (ЦАП). Обрабатывается и хранится информация в цифровом виде.

В связи с множеством областей применения МП и микро ЭВМ можно классифицировать МПС на системном уровне. Они могут быть представлены: встроенными системами контроля и управления; локальными системами накопления и обработки информации; распределенными системами управления сложными объектами; распределенными высокопроизводительными системами параллельных вычислений. Исходя из вышесказанного, в наше время определились следующие приоритетные области, в которых применяются МПС: техника связи; системы управления; бытовая и торговая аппаратура; контрольно-измерительная аппаратура; военная техника; вычислительные машины, системы, комплексы и сети; транспорт. Процесс внедрения МПС в

область контрольно-измерительной аппаратуры позволил значительно повысить точность измерений и надежность, а также расширил функциональные возможности приборов и обеспечил выполнение следующих функций: калибровки, коррекции и температурной компенсации, контроля и управления измерительным комплексом, принятия решений и обработки данных, диагностики неисправностей, индикации, испытания и проверки приборов. Внедрение МПС в системах связи обусловило все большее вытеснение цифровыми методами аналоговых, что привело к их широкому использованию в преобразователях кодов, мультиплексорах, устройствах контроля ошибок, блоках управления приемной и передающей аппаратуры. Все более широко стали использоваться МПС в таких устройствах, как терминалы и кассовые аппараты банков, контрольно-расчетные терминалы торговых центров и т.п. Использование МП и МПС в бытовой технике позволяет открыть ее широкие возможности в области эффективности, повышения надежности и разнообразного применения. Применение МПС в разных областях военной техники растет ежегодно - от навигационных систем летательных аппаратов до управления движением транспортных роботов. В зависимости от области применения МПС бывают специализированные и универсальные, встроенные и автономные.

1.2 Структура микропроцессорной системы

Микропроцессорная система включает в себя аппаратное обеспечение или по-английски – hardware и программное обеспечение (ПО) - software. Аппаратная часть представлена микропроцессором, соединённым через интерфейсные схемы с датчиками и исполнительными устройствами, программная часть реализующую логику работы системы охраны и сигнализации. Управляющая программа включает в себя подпрограмму взаимодействия с датчиками и исполнительными устройствами и подпрограмму распознавания ситуации на основе логической обработки информации от датчиков.

Основу микропроцессорной системы составляет микропроцессор (процессор), который выполняет функции обработки информации и управления. Остальные устройства, входящие в состав микропроцессорной системы, обслуживают процессор, помогая ему в работе.

Обязательными устройствами для создания микропроцессорной системы являются порты ввода/вывода и отчасти память. Порты ввода/вывода связывают процессор с внешним миром, обеспечивая ввод информации для обработки и вывод результатов обработки, либо управляющих воздействий. К портам ввода подключают кнопки (клавиатуру), различные датчики; к портам вывода - устройства, которые допускают электрическое управление: индикаторы, дисплеи, контакторы, электроклапаны, электродвигатели и т.д.

Память нужна в первую очередь для хранения программы (либо набора программ), необходимой для работы процессора. Программа - это последовательность команд, понятных процессору, написанная человеком (чаще программистом).

Структура микропроцессорной системы представлена на рисунке 1.1



Рисунок 1.1 – Структура микропроцессорной системы

В упрощённом виде процессор состоит из арифметически-логического устройства (АЛУ), осуществляющего обработку цифровой информации и устройства управления (УУ).

Память обычно включает постоянно-запоминающее устройство (ПЗУ), являющееся энергонезависимым и предназначенное для долговременного хранения информации (например, программ), и оперативно-запоминающее устройство (ОЗУ), предназначенное для временного хранения данных.

Процессор, порты и память взаимодействуют между собой посредством шин. Шина – это набор проводников, объединённых по функциональному

признаку. Единый набор системных шин называют внутрисистемная магистраль, в которой выделяют:

- шину данных DB (Data Bus), по которой производится обмен данными между ЦП, памятью и портами;
- шину адреса AB (Address Bus), используемой для адресации процессором ячеек памяти и портов;
- шину управления CB (Control Bus), набор линий, передающих различные управляющие сигналы от процессора на внешние устройства и обратно.

1.3 Типы архитектуры микропроцессорных систем

Под архитектурой микропроцессорных систем понимается абстрактное представление о системе, определяющее ее возможности по аппаратурной и программной реализации необходимых функций. Архитектура объединяет аппаратурные, микропрограммные и программные средства микропроцессорной техники и позволяет четко выделить функции, реализуемые пользователем аппаратурно и программно.

В настоящее время существуют два типа архитектуры микропроцессорных систем – Принстонская, или архитектура фон-Неймана, и Гарвардская. В соответствии с организацией процессов выборки и исполнения команды в современных МПС применяют одну из них.

В 1945 г. американский математик Джон фон Нейман сформулировал основные принципы работы современных компьютеров. Им была предложена архитектура, получившая его имя (von Neumann architecture). Основная особенность архитектуры Фон-Неймана заключается в использовании общей памяти для хранения программ и данных. (Рисунок 1.2)

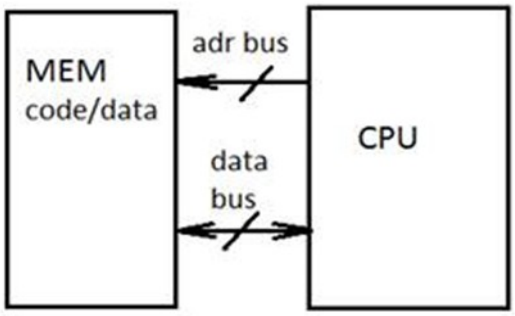


Рисунок 1.2

Основным преимуществом данной архитектуры является упрощение устройства МПС, поскольку реализовано обращение только к одной общей памяти. Помимо этого использование единой области памяти позволило оперативно перераспределить ресурсы между областями программ и данных, что существенно повысило гибкость МПС со стороны программного обеспечения. Размещение стека в общей памяти облегчило доступ к его содержимому. Поэтому данный тип архитектуры стал основным для универсальных компьютеров, в том числе и персональных.

Сегодня такая архитектура наиболее характерна для микропроцессоров, ориентированных на использование в компьютерах. Примером могут служить микропроцессоры семейства x86. Эти микропроцессоры относятся к CISC-процессорам.

Архитектура, предполагающая раздельное использование памяти программ и данных, носит название гарвардской (Harvard architecture). Гарвардская архитектура позволяет центральному процессору работать одновременно как с памятью программ, так и с памятью данных, что существенно увеличивает производительность.

Основная особенность гарвардской архитектуры заключается в использовании раздельных адресных пространств для хранения команд и данных, как изображено на рисунке 1.3

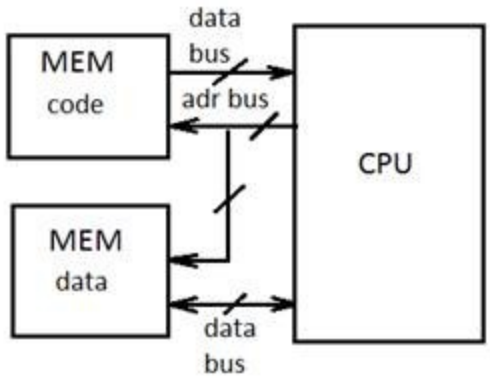


Рисунок 1.3

Гарвардской архитектурой обеспечивается потенциально более высокая скорость выполнения программ в сравнении с фон-неймановской за счет возможности реализовывать параллельные операции. Процесс выборки следующей команды может проходить параллельно выполнению предыдущей. Данный метод реализации операций дает возможность обеспечивать выполнение различных команд за одинаковое число тактов, что дает возможность более просто определить время выполнения циклов и критичных участков программы. [49]

Проще всего преимущества гарвардской (двухшинной) архитектуры реализуются внутри одной микросхемы. Поэтому основное ее применение – в микроконтроллерах, от которых не требуется решения слишком сложных задач, но зато необходимо максимальное быстродействие при заданной тактовой частоте. [48]

1.4 Алгоритм работы микропроцессорной системы

Алгоритм — точное предписание, однозначно задающее процесс преобразования исходной информации в последовательность операций, позволяющих решать совокупность задач определённого класса и получать искомый результат.

Как уже упоминалось выше - главным управляющим элементом всей микропроцессорной системы является процессор. Именно он, за исключением нескольких особых случаев, управляет всеми остальными устройствами.

Остальные же устройства, такие, как ОЗУ, ПЗУ и порты ввода/вывода являются ведомыми.

Сразу после включения процессор начинает читать цифровые коды из той области памяти, которая отведена для хранения программ. Чтение происходит последовательно ячейка за ячейкой, начиная с самой первой. В ячейке записаны данные, адреса и команды. Команда - это одно из элементарных действий, которое способен выполнить микропроцессор. Вся работа микропроцессора сводится к последовательному чтению и выполнению команд.

Последовательность действий микропроцессора во время выполнения команд программы:

1) Перед выполнением очередной команды микропроцессор содержит ее адрес в программном счетчике PC.

2) МП обращается к памяти по адресу, содержащемуся в PC, и считывает из памяти первый байт очередной команды в регистр команд.

3) Дешифратор команд декодирует (расшифровывает) код команды.

4) В соответствии с полученной от дешифратора информацией устройство управления вырабатывает упорядоченную во времени последовательность микроопераций, реализующих предписания команды, в том числе:

- извлекает операнды из регистров и памяти;
- выполняет над ними предписанные кодом команды арифметические, логические или другие операции;
- в зависимости от длины команды модифицирует содержимое PC;
- передает управление очередной команде, адрес которой снова находится в программном счетчике PC.

Совокупность команд микропроцессора можно разделить на три группы:

1) Команды перемещения данных

Перемещение происходит между памятью, процессором, портами ввода/вывода (каждый порт имеет свой собственный адрес), между регистрами процессора.

2) Команды преобразования данных

Любые данные (текст, рисунок, видеоролик и т.д.) представляют собой числа, а с числами можно выполнять только арифметические и логические операции. Поэтому к командам этой группы относятся сложение, вычитание, сравнение, логические операции и т.п.

3) Команда передачи управления

Очень редко программа состоит из одной последовательной команд. Подавляющее число алгоритмов требуют разветвления программы. Для того, чтобы программа имела возможность менять алгоритм своей работы в зависимости от какого-либо условия, и служат команды передачи управления. Данные команды обеспечивают протекание выполнения программы по разным путям и организуют циклы.

К внешним, относятся все устройства, находящиеся вне процессора (кроме оперативной памяти) и подключаемые через порты ввода/вывода. Внешние устройства можно подразделить на три группы:

1) устройства для связи человек-ЭВМ (клавиатура, монитор, принтер и т.д.);

2) устройства для связи с объектами управления (датчики, исполнительные механизмы, АЦП и ЦАП);

3) внешние запоминающие устройства большой ёмкости (жёсткий диск, дисководы).

Внешние устройства подключаются к микропроцессорной системе физически - с помощью разъёмов, и логически - с помощью портов (контроллеров).

Для взаимодействия процессора и внешних устройств применяется система (механизм) прерываний.

Система прерываний:

Это специальный механизм, который позволяет в любой момент, по внешнему сигналу заставить процессор приостановить выполнение основной программы, выполнить операции, связанные с вызывающим прерывание событием, а затем вернуться к выполнению основной программы.

У любого микропроцессора имеется хотя бы один вход запроса на прерывание INT (от слова Interrupt - прерывание).

Пример взаимодействия процессора персонального компьютера с клавиатурой представлен на рисунке 1.4.

Клавиатура - устройство для ввода символьной информации и команд управления. Для подключения клавиатуры в компьютере имеется специальный порт клавиатуры (микросхема).

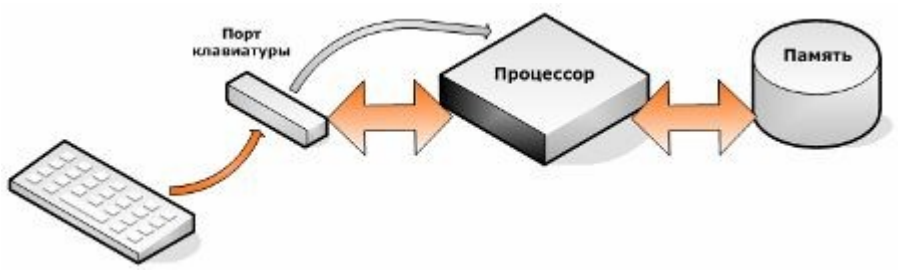


Рисунок 1.4 – Работа процессора с клавиатурой

Алгоритм работы:

1) При нажатии клавиши контроллер клавиатуры формирует цифровой код. Этот сигнал поступает в микросхему порта клавиатуры.
2) Порт клавиатуры посылает процессору сигнал прерывания. Каждое внешнее устройство имеет свой номер прерывания, по которому процессор его и распознаёт.
3) Получив прерывание от клавиатуры, процессор прерывает выполнение программы (например, редактор Microsoft Office Word) и загружает из памяти программу обработки кодов с клавиатуры. Такая программа называет драйвер.
4) Эта программа направляет процессор к порту клавиатуры, и цифровой код загружается в регистр процессора.
5) Цифровой код сохраняется в памяти, и процессор переходит к выполнению другой задачи.

Благодаря высокой скорости работы, процессор выполняет одновременно большое количество процессов.

1.5 Режимы работы микропроцессорной системы

На гибкость МПС оказывает влияние выбор режима работы системы. Практически любая развитая микропроцессорная система поддерживает три основных режима обмена по магистрали:

- программный обмен информацией;
- обмен с использованием прерываний,
- обмен с использованием прямого доступа к памяти.

- Программный обмен информацией является основным в любой микропроцессорной системе. Без него невозможны другие режимы обмена. В этом режиме процессор является единоличным задатчиком (Master) системной магистрали. Все операции (циклы) обмена информацией в данном случае инициируются только процессором, все они выполняются строго в порядке, предписанном выполняемой программой.

- Обмен по прерываниям используется тогда, когда необходима реакция микропроцессорной системы на какое-то внешнее событие, на приход внешнего сигнала.

В общем случае организовать реакцию на внешнее событие возможно тремя различными путями:

- с помощью постоянного программного контроля факта наступления события (так называемый метод опроса флага или polling);
- с помощью прерывания, то есть насильственного перевода процессора с выполнения текущей программы на выполнение экстренно необходимой программы;
- с помощью прямого доступа к памяти, то есть без участия процессора при его отключении от системной магистрали.

- Прямой доступ к памяти (ПДП, DMA) – это режим, при котором обмен по системной шине идет без участия процессора. Внешнее устройство, требующее обслуживания, сигнализирует процессору, что режим ПДП необходим, в ответ на это процессор заканчивает выполнение текущей

команды и отключается от всех шин, сигнализируя запросившему устройству, что обмен в режиме ПДП можно начинать. Операция ПДП сводится к пересылке информации из устройства ввода/вывода в память или же из памяти в устройство ввода/вывода. Когда пересылка информации будет закончена, процессор вновь возвращается к прерванной программе, продолжая ее с той же точки, где его прервали.

1.6 Основные типы микропроцессорных систем

Диапазон применения микропроцессорной техники сейчас очень широк, требования к микропроцессорным системам предъявляются самые разные. Поэтому сформировалось несколько типов микропроцессорных систем, различающихся мощностью, универсальностью, быстродействием и структурными отличиями. Различают следующие основные типы МПС:

- микроконтроллеры представляют собой наиболее простой тип, в котором все или большинство узлов системы представлены в виде одной микросхемы;

- контроллеры являются управляющими МПС, выполненными в виде отдельных модулей; микрокомпьютеры — более мощные МПС, имеющие развитые средства сопряжения с внешними устройствами;

- компьютеры любого типа представляют собой самые мощные и наиболее универсальные МПС.

Четкую границу между названными типами иногда провести достаточно сложно, поскольку быстродействие всех типов МП постоянно растет, и бывает, что новый микроконтроллер может оказаться быстрее, к примеру, устаревшего компьютера. Но принципиальные отличия между ними все же существуют.

Микроконтроллеры являются универсальными устройствами, практически всегда использующимися в составе более сложных устройств, в том числе и контроллеров. Системная шина микроконтроллера находится внутри микросхемы. Возможности подключения внешних устройств к

микроконтроллеру ограничены. Устройства, построенные на микроконтроллерах, как правило, используются для выполнения одной задачи.

Контроллеры обычно создают для решения отдельной задачи или группы близких задач. Они не имеют возможности подключения дополнительных узлов и устройств (большой памяти, средств ввода/вывода). Их системная шина, как правило, недоступна для пользователя. По структуре контроллер прост и оптимизирован под максимальное быстродействие. В основном выполняемые им программы хранятся в постоянной памяти и не меняются. Конструктивно контроллеры выпускаются в виде одной платы.

Микрокомпьютеры отличает от контроллеров более открытая структура, поскольку в них допускается подключение к системной шине нескольких дополнительных устройств. Выпускаются микрокомпьютеры в каркасе, корпусе с разъемами системной магистрали, которые доступны для пользователя. Микрокомпьютеры имеют средства хранения информации на магнитных носителях (магнитные диски) и развитые средства связи с пользователем (видеомонитор, клавиатуру). Микрокомпьютеры предназначены для решения более широкого круга задач, чем контроллеры, однако к каждой новой задаче их нужно приспосабливать заново. Программы, выполняемые микрокомпьютером, можно легко заменять.

Компьютеры, в том числе и персональные, представляют собой самые универсальные из МПС. В них предусмотрена возможность усовершенствования, а также широкие возможности подключения новых устройств. Системная шина компьютеров является доступной для пользователя. Помимо этого внешние устройства (ВУ) имеют возможность подключения к компьютеру через несколько встроенных портов связи (количество портов может доходить до 10). Компьютер обладает высокоразвитыми средствами связи с пользователем, средствами длительного хранения информации большого объема, средствами связи с другими компьютерами по информационным сетям. Области применения компьютеров самые разнообразные: от математических расчетов и обслуживания доступа к БД до

управления работой сложных электронных систем, компьютерных игр и так делее. [49]

При выборе типа МПС необходимо по возможности избегать избыточности и предусматривать необходимую для данной задачи гибкость системы.

1.7. Критерии оценки качества микропроцессорной системы

Основными критериями оценки качества микропроцессорных систем являются производительность, точность, надежность.

- Производительность. Пиковая или техническая производительность представляет собой теоретический максимум быстродействия микропроцессорной системы при идеальных условиях. На практике ни одна система не в состоянии работать длительное время с пиковой производительностью, хотя и может приближаться к этой величине. При выполнении реальных прикладных программ эффективная производительность может быть существенно меньше пиковой. Хорошим показателем является производительность в диапазоне от 0,8 до 0,9 от пикового значения.

В настоящее время качество микропроцессорных систем оценивается соотношением «производительность/энергопотребление». Снижение энергопотребления без снижения производительности – актуальная задача проектирования микропроцессорных систем.

- Точность работы микропроцессорной системы определяется погрешностью вычислений выходных параметров системы. Этот показатель является составным и определяется не только точностью вычислений процессора, но и точностью приборов, входящих в состав микропроцессорной системы (разнообразных датчиков, преобразующих, корректирующих устройств и т.д.).

- Надежность. Основным понятием теории надежности является событие, заключающееся в нарушении работоспособности – отказ. Таким образом,

надежность – малая вероятность появления отказов. Также понятие надежности тесно связано со свойством отказоустойчивости – способностью сохранять работоспособность с заданным качеством в случае отказа составляющих элементов.

Отказоустойчивость (живучесть) является одним из показателей эффективности и введена для оценки качества функционирования микропроцессорных систем.

Внедрение МПС в контрольно-измерительную аппаратуру позволяет повысить точность измерений, надежность, расширить функциональные возможности приборов и обеспечивает выполнение следующих функций: калибровка, коррекция и температурная компенсация, контроль и управление измерительным комплексом, принятие решений и обработка данных, диагностика неисправностей, индикация, испытание и проверка приборов.

В настоящее время при разработке новых микропроцессорных систем чаще всего выбирают путь использования микроконтроллеров (примерно в 80% случаев). При этом микроконтроллеры применяются или самостоятельно, с минимальной дополнительной аппаратурой, или в составе более сложных контроллеров с развитыми средствами ввода/вывода. [48]

ГЛАВА 2. ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ РАЗРАБАТЫВАЕМОГО УСТРОЙСТВА

2.1 Охранно-пожарная сигнализация и её основные компоненты

Охранно-пожарная сигнализация (ОПС) является одной из самых важных частей системы обеспечения безопасности современных зданий и сооружений и представляет собой сложный комплекс технических средств, служащих для своевременного обнаружения возгорания и несанкционированного проникновения в охраняемую зону. Как правило, охранно-пожарная сигнализация интегрируется в комплекс, объединяющий системы безопасности и инженерные системы здания, обеспечивая достоверной адресной информацией системы оповещения, пожаротушения, дымоудаления, контроля доступа и др.

Интеграция охранной и пожарной сигнализации в составе единой системы охранно-пожарной сигнализации осуществляется на уровне централизованного мониторинга и управления. При этом системы охранной и пожарной сигнализации администрируются независимыми друг от друга постами управления, сохраняющими автономность в составе системы охранно-пожарной сигнализации. На небольших объектах охранно-пожарная сигнализация управляется приемно-контрольными приборами.

В зависимости от масштаба задач, которые решает охранно-пожарная сигнализация, в ее состав входит оборудование трех основных категорий:

- Оборудование централизованного управления охранно-пожарной сигнализацией (например, центральный компьютер с установленным на нем ПО для управления охранно-пожарной сигнализацией; в небольших

системах охранно-пожарной сигнализации задачи централизованного управления выполняет охранно-пожарная панель);

- Оборудование сбора и обработки информации с датчиков охранно-пожарной сигнализации: приборы приемно-контрольные охранно-пожарные (панели);
- Сенсорные устройства – датчики и извещатели охранно-пожарной сигнализации.

Как правило, системы охранно-пожарной сигнализации создаются в двух вариантах – ОПС с локальной или замкнутой охраной объекта или ОПС с передачей под охрану подразделениям вневедомственной охраны (или частного охранного предприятия) и пожарной службы МЧС России. Все разнообразие систем охранно-пожарных сигнализаций, условно подразделяют на адресные, аналоговые и комбинированные системы.

При установке на крупных объектах для обеспечения необходимого уровня безопасности здания охранно-пожарная сигнализация интегрируется с другими системами безопасности и жизнеобеспечения объекта. Это необходимо для быстрой реакции на сообщение о пожаре или тревоге, поступившем от датчиков охранно-пожарной сигнализации, и обеспечения оптимальных условий для ликвидации возникшей аварийной ситуации. Например, в ответ на сообщение о пожаре, которое генерирует охранно-пожарная сигнализация, в тревожной зоне выполняются следующие действия:

- Отключение вентиляции
- Включение системы дымоудаления
- Отключение электроснабжения (за исключением спецоборудования)
- Вывод из тревожной зоны лифтов

- Включение аварийного освещения и световой индикации путей и выходов для эвакуации людей

- Разблокировку аварийных выходов на путях эвакуации

- Включение системы оповещения с информацией для тревожной зоны.

Таким образом, охранно-пожарная сигнализация становится частью общей системы безопасности, при этом решаются вопросы не только общего мониторинга с основного поста охраны, но и взаимодействие всех подсистем. В последнем случае должно выполняться одно их важнейших требований к системе охранно-пожарной сигнализации — возможность ее интеграции в общую систему безопасности. Интеграция может требоваться как на простейшем (релейном) уровне, так и на программном уровне, когда необходима совместимость протоколов обмена данными в информационных шинах и линиях связи различных подсистем. Большую роль при этом играет поддержка со стороны аппаратуры охранно-пожарной сигнализации одной или нескольких сетевых технологий: Ethernet, Arcnet, Lonwork, Internet и др.

Для получения информации о тревожной ситуации на объекте в состав охранно-пожарной сигнализации входят извещатели, отличающиеся друг от друга типом контролируемого физического параметра, принципом действия чувствительного элемента, способом передачи информации на центральный пульт управления сигнализацией.

По принципу формирования информационного сигнала о проникновении на объект или пожаре извещатели охранно-пожарной сигнализации делятся на активные и пассивные.

- Активные извещатели охранно-пожарной сигнализации генерируют в охраняемой зоне сигнал и реагируют на изменение его параметров.

- Пассивные извещатели реагируют на изменение параметров окружающей среды, вызванное вторжением нарушителя или возгоранием.

Каждая охранно-пожарная сигнализация использует охранные и пожарные извещатели, контролирующие различные физические параметры.

Широко используются такие типы охранных извещателей, как инфракрасные пассивные, магнитоконтактные, извещатели разбития стекла, периметральные активные извещатели, комбинированные активные извещатели.

В системах пожарной сигнализации применяются тепловые, дымовые, световые, ионизационные, комбинированные и ручные извещатели.

В зависимости от способов выявления тревог и формирования сигналов, извещатели и системы охранно-пожарной сигнализации делятся на неадресные, адресные и адресно-аналоговые.

- В неадресных системах извещатели имеют фиксированный порог чувствительности, при этом группа извещателей включается в общий шлейф охранно-пожарной сигнализации, в котором в случае срабатывания одного из приборов охранно-пожарной сигнализации формируется обобщенный сигнал тревоги.
- Адресные системы отличаются наличием в извещении информации об адресе прибора охранно-пожарной сигнализации, что позволяет определить зону пожара с точностью до места расположения извещателя.
- Адресно-аналоговая охранно-пожарная сигнализация является наиболее информативной и развитой. В такой системе применяются «интеллектуальные» извещатели охранно-пожарной сигнализации, в которых текущие значения контролируемого параметра вместе с адресом передаются прибором по шлейфу охранно-пожарной сигнализации. Такой способ мониторинга используется для раннего обнаружения тревожной ситуации, получения данных о необходимости технического обслуживания приборов вследствие загрязнения или других факторов. Кроме этого, адресно-аналоговые системы позволяют, не прерывая работу охранно-пожарной сигнализации, программно изменять фиксированный порог чувствительности извещателей при необходимости их адаптации к условиям эксплуатации на объекте.

Каждый тип извещателя имеет свой перечень основных технических характеристик, определяемых соответствующими стандартами. В то же время, даже однотипные извещатели имеют отличия в конструктивных особенностях

составных частей, удобстве эксплуатации, надежности, уровне дизайна, что учитывается при выборе того или иного прибора или фирмы-производителя.

Для получения и обработки извещений охранно-пожарная сигнализация использует различные типы приемно-контрольной аппаратуры: центральные станции, контрольные панели, приборы приемно-контрольные (название определяется стандартами страны-производителя). Данная аппаратура отличается информационной емкостью — количеством контролируемых шлейфов сигнализации и степенью развития функций управления и оповещения.

Различают контрольные панели охранно-пожарной сигнализации для малых, средних и больших объектов. Как правило, небольшие объекты оборудуются неадресными системами, контролирующими несколько шлейфов охранно-пожарной сигнализации, а на средних и больших объектах используются адресные и адресно-аналоговые системы. Приемно-контрольный прибор осуществляет питание охранных и пожарных извещателей по шлейфам охранно-пожарной сигнализации, прием тревожных извещений от извещателей, формирует тревожные сообщения, а также передает их на станцию централизованного наблюдения и формирует сигналы тревоги на срабатывание других систем.

Периферийными считаются все устройства охранно-пожарной сигнализации (кроме извещателей), имеющие самостоятельное конструктивное исполнение и подключаемые к контрольной панели охранно-пожарной сигнализации через внешние линии связи. Наиболее часто используются следующие типы периферийных устройств охранно-пожарной сигнализации:

- пульт управления — применяется для управления устройствами охранно-пожарной сигнализации из локальной точки объекта;

- модуль изоляции коротких замыканий — используется в кольцевых шлейфах охранно-пожарной сигнализации для обеспечения их работоспособности в случае короткого замыкания;модуль подключения

неадресной линии — для контроля неадресных извещателей охранно-пожарной сигнализации;

- релейный модуль — для расширения функции оповещения и управления контрольной панели;

- модуль входа/выхода — для контроля и управления внешними устройствами (например, автоматическими установками пожаротушения и дымоудаления, технологическим, электротехническим и другим инженерным оборудованием);

- звуковой оповещатель — для оповещения о пожаре или тревоге в требуемой точке объекта с помощью звуковой сигнализации;

- световой оповещатель — для оповещения о пожаре или тревоге в требуемой точке объекта с помощью световой сигнализации;

- принтер сообщений — для печати тревожных и служебных системных сообщений.

Все устройства охранно-пожарной сигнализации должны обеспечиваться бесперебойным электропитанием. В качестве основного, как правило, используется сетевое электропитание контрольных панелей охранно-пожарной сигнализации, остальные устройства питаются от низковольтных вторичных источников постоянного тока или от шлейфа охранно-пожарной сигнализации. В соответствии с отечественными нормами пожарной безопасности, охранно-пожарная сигнализация должна бесперебойно функционировать в случае пропадания сетевого электропитания на объекте в течение суток в дежурном режиме и не менее 3 часов в режиме тревоги. Для выполнения этого требования охранно-пожарная сигнализация должна использовать систему резервного электропитания - дополнительные источники или встроенные аккумуляторные батареи.

2.2 Разработка структурной схемы устройства

Основным элементом системы охранно-пожарной сигнализации является прибор приемно-контрольный (ППК) - устройство, предназначенное для приема сигналов от пожарных, охранных извещателей, обеспечения электропитанием активных (токопотребляющих) пожарных и охранных извещателей, выдачи информации на световые, звуковые оповещатели и пульты централизованного наблюдения (ПЦН), а также формирования стартового импульса запуска прибора пожарного управления. Может входить в систему пожаротушения для формирования сигнального импульса на прибор управления. В настоящее время аналоговые ППК морально устарели и их вытесняют цифровые, обладающие рядом преимуществ над аналоговыми. У аналоговых ППК физические шлейфы сигнализации тождественны логическим, следовательно емкость таких аналоговых ППК невелика (до 30 зон). Микропроцессорные ППК, использующие цифровые линии передачи способны при маленьком числе физических шлейфов контролировать большое число зон, а значит имеют достаточно большую емкость по сравнению с аналоговыми ППК (до 100 зон). Еще одним преимуществом микропроцессорных ППК является наличие системных часов, буфера событий и выхода на внешние цифровые устройства, такие как принтеры, компьютеры и т.д. Такие ППК позволяют подключать пульты ДУ и индикации.

На основании условия технического задания основным компонентом разрабатываемого устройства является микроконтроллер, отвечающий требованиям к надежности - наработка на отказ не менее 60 000 часов.

Применение в качестве основного компонента МПС микроконтроллера обусловлено рядом причин, в числе которых относительно низкое энергопотребление, дешевизна, малые габариты, простота разработки и внедрения.

Типичный микроконтроллер сочетает в себе функции процессора и периферийных устройств, может содержать ОЗУ и ПЗУ. По сути, это

однокристальный компьютер, способный выполнять простые задачи. Большая часть выпускаемых в современном мире процессоров — микроконтроллеры.

Использование в современном микроконтроллере «мощного» вычислительного устройства с широкими возможностями, построенного на одной микросхеме вместо целого набора, значительно снижает размеры, энергопотребление и стоимость построенных на его базе устройств.

Большое распространение получили микроконтроллеры с RISC-архитектурой. Упрощённый набор команд позволяет выполнять большинство инструкций за один такт, что обеспечивает высокое быстродействие даже при относительно низкой тактовой частоте.

Кроме ОЗУ, микроконтроллер может иметь встроенную энергонезависимую память для хранения программы и данных. Во многих контроллерах вообще нет шин для подключения внешней памяти. Наиболее дешёвые типы памяти допускают лишь однократную запись. Такие устройства подходят для массового производства в тех случаях, когда программа контроллера не будет обновляться. Другие модификации контроллеров обладают возможностью многократной перезаписи энергонезависимой памяти. В отличие от процессоров общего назначения, в микроконтроллерах часто используется гарвардская архитектура памяти, то есть раздельное хранение данных и команд в ОЗУ и ПЗУ соответственно.

Программирование микроконтроллеров обычно осуществляется на языке ассемблера или Си, хотя существуют компиляторы для других языков.

Разработка структурной схемы, на основании которой в дальнейшем будет разрабатываться схема электрическая принципиальная, заключается в построении в общем виде микропроцессорной системы на базе микроконтроллера с подключением блоков датчиков, блоков питания и индикации, аналогово-цифрового преобразователя (АЦП) и сетевого интерфейса. Структурная схема системы представлена на рисунке 2.1

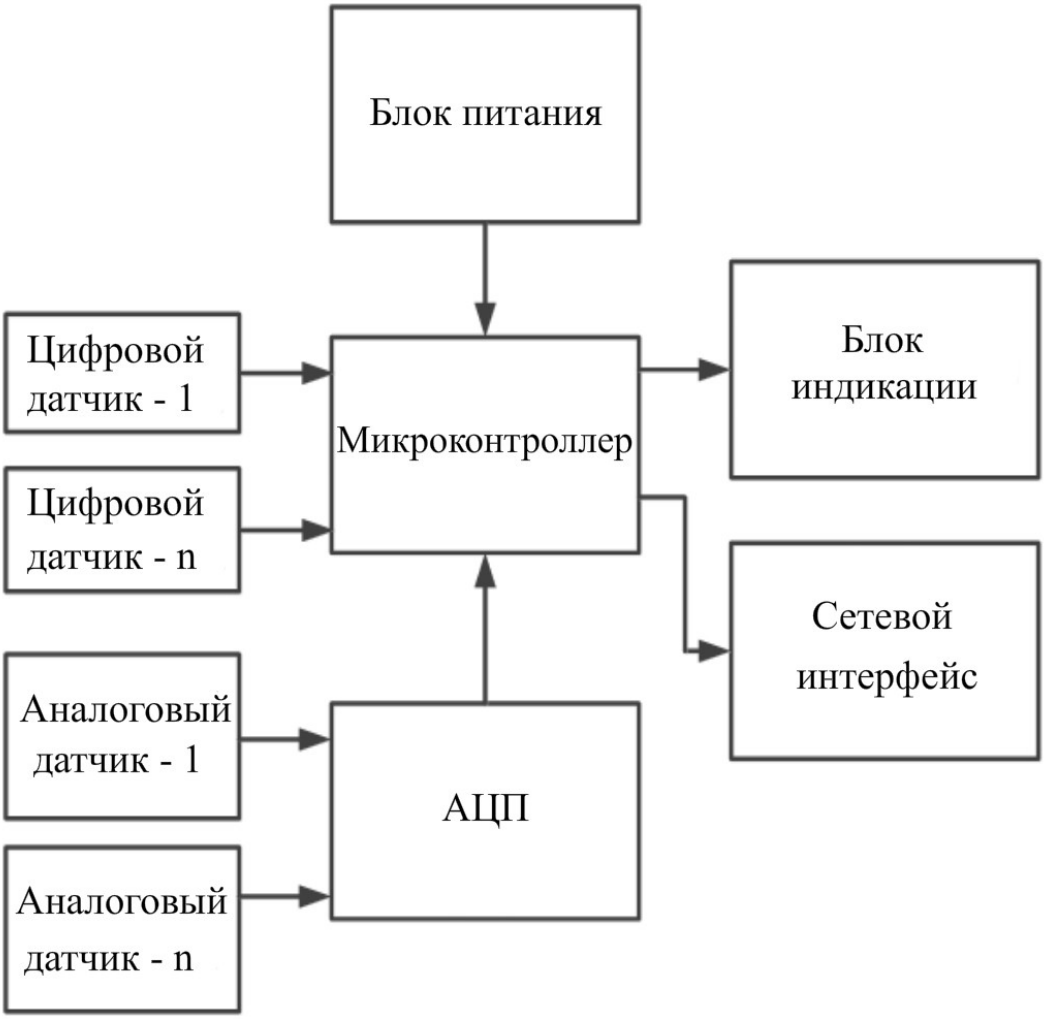


Рисунок 2.1. – Структурная схема устройства

Блок датчиков, регистрирующих параметры установлены в помещении. Информация, снимаемая с датчиков, поступает в систему через блок АЦП, если датчик имеет аналоговый выход, или напрямую фиксируется блоком АЛУ контроллера, если датчик имеет выход логический. Далее система обрабатывает полученную информацию по заложенному в нем алгоритму и передает результат обработки объектам регулирования.

Для подключения аналоговых датчиков в схеме используется многоканальный аналогово-цифровой преобразователь (АЦП). Аналоговыми датчиками, в данном устройстве являются датчики температуры. Использование нескольких датчиков позволяет более равномерно измерять температуру во всем помещении.

Цифровые датчики подключаются напрямую к микроконтроллеру, так как не требуют дополнительной обработки полученных данных. В качестве цифровых датчиков в устройстве будут использован датчик движения, датчики контроля закрытия дверей и т.д.

Блок питания предназначен для питания всего устройства. Его задача преобразовать напряжение источника питания в напряжения необходимые для питания каждого блока.

Для индикации текущего режима работы и вывода полученных данных используется блок индикации с применением светодиодов, характеризующих состояние каждого отдельного датчика и системы в целом.

ГЛАВА 3. ВЫБОР ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ РАЗРАБАТЫВАЕМОГО УСТРОЙСТВА

3.1 Выбор микроконтроллера

Номенклатура выпускаемых в настоящее время МК исчисляется тысячами типов изделий различных фирм. Поэтому, основной целью является выбор микроконтроллера с минимальной ценой (для снижения общей стоимости МПС) и одновременно удовлетворяющий требованиям по производительности, условиям применения, надежности (в конкретном случае – наработкой до отказа не менее 60000 час.) и т.д.

Анализ задач, возложенных на проектируемое устройство, позволяет определить некоторые технические характеристики, которыми должен располагать микроконтроллер:

1) В своей структуре микроконтроллер должен иметь следующие аппаратные модули:

- таймер, с помощью которого будет производиться измерение интервалов времени;
- универсальный последовательный приемо-передатчик, с помощью которого будет осуществляться пересылка данных между блоками сигнализации.

2) С точки зрения структуры команд микроконтроллер должен обладать:

- развитыми командами по работе с отдельными битами и проверок выполнения различных условий;
- возможностью аппаратной и программной обработок прерывания от внутренних блоков.

Данные требования позволяют создать программу оптимальную по структуре и объему.

3) Микроконтроллер должен обладать достаточным быстродействием для обработки данных, измеряемых в реальном времени.

На основании предварительного изучения характеристик широко представленных микроконтроллеров оптимальными для реализации проектируемого устройства являются микроконтроллеры семейства AVR фирмы Atmel [21]. Архитектура семейства является на сегодняшний день, по существу, одним из стандартов на мировом рынке 8-разрядных микроконтроллеров. Это семейство микроконтроллеров широко распространено, имеет удобную архитектуру и систему команд. Для этих микроконтроллеров имеется также большое разнообразие отладочных средств и программаторов. Все это обуславливает снижение затрат на разработку и изготовление проектируемого устройства; доступность средств отладки и программирования.

Микроконтроллеры серии AVR относятся к классу восьмиразрядных микроконтроллеров. Это значит, что подавляющее большинство операций процессоры производят с восьмиразрядными двоичными числами. По этой причине встроенная шина данных у этих контроллеров тоже восьмиразрядная. Все ячейки памяти и большинство регистров микроконтроллера также восьмиразрядные.

Микроконтроллеры AVR изготавливаются по КМОП-технологии, благодаря которой они имеют достаточно высокое быстродействие и низкий ток потребления. Большинство команд микроконтроллера выполняется за один такт. Поэтому быстродействие контроллеров может достигать 1 миллиона операций в секунду при тактовой частоте 1 МГц.[17]

Их отличительные особенности:

- Высокопроизводительный, маломощный 8-разрядный AVR-микроконтроллер

Развитая RISC-архитектура

– 133 мощных инструкций, большинство из которых выполняются за один машинный цикл

Характеристики периферии

- Два 8- разрядных таймера/счетчика с отдельным предделителем и режимом сравнения
- Один 16- разрядный таймер/счетчик с отдельным предделителем и режимом сравнения и режимом захвата
- Счетчик реального времени с отдельным генератором
- Пять ШИМ каналов
- 8 канальный АЦП у приборов в TQFP и MFL корпусах

  6 10- битных каналов

  2 8- битных канала
- 6 канальный АЦП у приборов в PDIP корпусе

  4 10- битных каналов

  2 8- битных канала
- Программируемый последовательный USART
- Ведущий/ведомый SPI интерфейс
- Байт- ориентированный последовательный 2- проводный интерфейс
- Программируемый сторожевой таймер со встроенным генератором
- Встроенный аналоговый компаратор
- Прерывание и пробуждение при изменении состояния выводов

Специальные характеристики микроконтроллера

- Сброс при включении питания и детектор кратковременных пропаданий питания
- Встроенный откалиброванный генератор - Внешние и внутренние источники прерывания
- Пять режимов пониженного потребления: Idle, ADC Noise Reduction, Power-Save, Power-down и Standby

Порты ввода - вывода и корпусное исполнение

- 23 программируемых линии портов ввода-вывода
- 32 выводные TQFP и MFL корпуса

Диапазон напряжения питания

- от 1.8 до 5.5 В у ATMega88

Коммерческий рабочий температурный диапазон

Различный диапазон рабочих тактовых частот

- от 0 до 16 МГц у ATMega88

Сверх низкое потребление

- Активный режим:

300 мкА при частоте 1 МГц и напряжении питания 1.8 В

20 мкА при частоте 32 кГц и напряжении питания 1.8 В

- Режим пониженного потребления

0.5 мкА при напряжении питания 1.8 В

Микроконтроллер ATMega 88 имеет несколько режимов энергосбережения, которые совместно с частотой работы контроллера определяют его энергопотребление.

Режим работы	Типовое потребления	Максимальное мотребление
Active 8 МГц, 5V питание	8 мА	10 мА
Idle 8 МГц, 5V питание	3 мА	5 мА
Power-down 8 МГц, 5V питание	< 1 мкА	2 мкА
Power-save 8 МГц, 5V питание	< 4 мкА	6 мкА

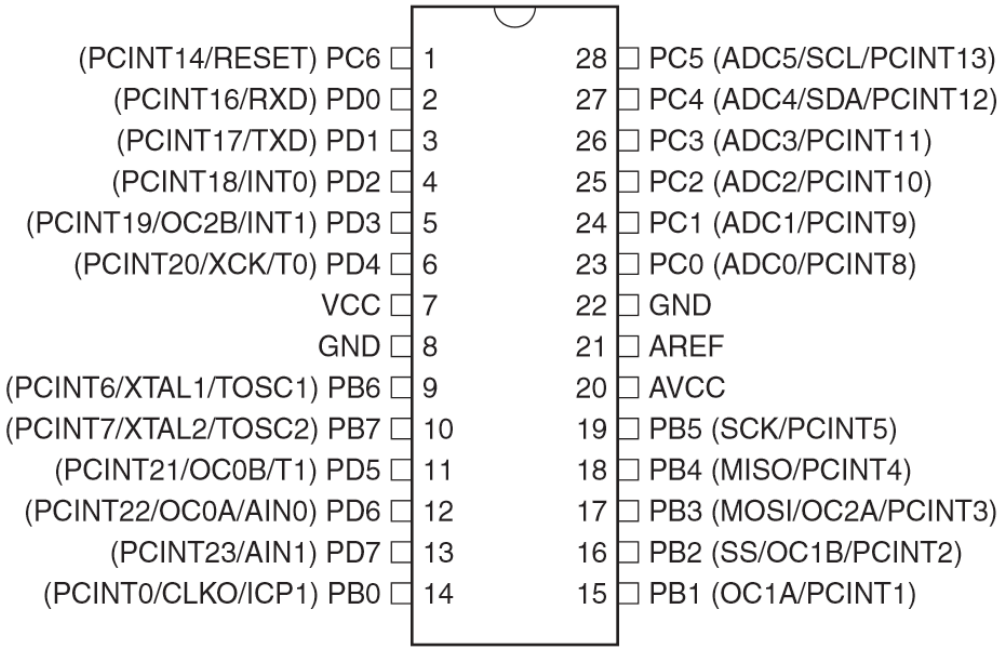


Рисунок 3.1 – Расположение выводов у ATmega88

Краткий обзор:

ATmega 88 – маломощный 8-разр. КМОП микроконтроллер, основанный на расширенной AVR RISC-архитектуре. За счет выполнения большинства инструкций за один машинный цикл ATmega88 достигает производительности 1 млн. операций в секунду/МГц, что позволяет проектировщикам систем оптимизировать соотношение энергопотребления и быстродействия. [12]

Функциональная схема

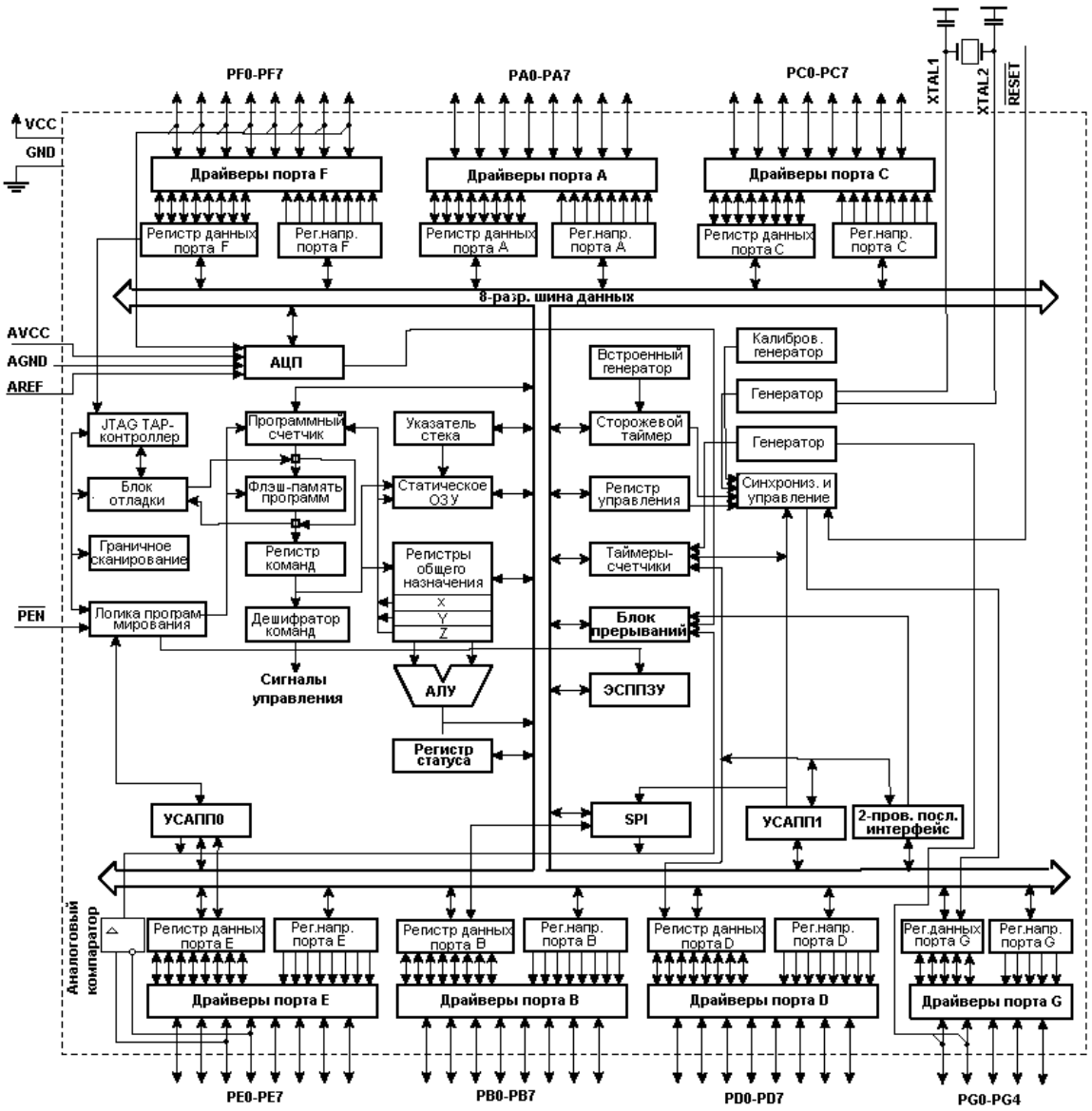


Рисунок 3.2 – Функциональная схема

ATmega88 содержит следующие элементы: 88 кбайт внутрисистемно программируемой флэш-памяти с поддержкой чтения во время записи, 4 кбайт ЭСППЗУ, 1 кбайт статического ОЗУ, 53 линии универсального ввода-вывода, 32 универсальных рабочих регистра, счетчик реального времени (RTC), четыре гибких таймера-счетчика с режимами сравнения и ШИМ, 2 УСАПП, двухпроводной последовательный интерфейс ориентированный на передачу байт, 8-канальный 10-разр. АЦП с опциональным дифференциальным входом с программируемым коэффициентом усиления, программируемый сторожевой

таймер с внутренним генератором, последовательный порт SPI, испытательный интерфейс JTAG совместимый со стандартом IEEE 1149[7]

Последовательный интерфейс. Микросхемы AVR способны поддерживать несколько разных видов последовательных интерфейсов. Каждый такой интерфейс реализует один или несколько известных стандартов передачи информации. Один из видов такого интерфейса поддерживает тот же стандарт, что и COM-порт персонального компьютера. Есть также интерфейс, поддерживающий стандарт широко известной в микроэлектронике так называемой 12C шины.[16]

Сюда же относится и SPI-интерфейс, который может использоваться как для последовательного программирования памяти программ, так и для связи нескольких микроконтроллеров в мультипроцессорной системе. Любой последовательный интерфейс предназначен для передачи информации последовательным способом. Каждый байт передается последовательно, бит за битом.

Микроконтроллеры серии AVR всегда имеют в своем составе от одного до семи портов ввода-вывода. Каждый разряд такого порта подсоединен к одному из выводов (контактов) микросхемы. Порты ввода-вывода служат для обмена информацией с внешними устройствами. Как уже говорилось, порты могут быть полные и неполные. Полный порт содержит 8 разрядов. В неполных портах задействованы они не все. Каждый порт имеет свое имя. Они именуются латинскими буквами от A до G.

Любой порт ввода-вывода микроконтроллера серии AVR устроен таким образом, что каждый его разряд может работать как на ввод, так и на вывод. То есть он может быть входом, а может быть выходом. Для переключения режимов работы служит регистр DDRx. Каждый разряд регистра DDRx управляет своим разрядом порта. Если в каком-либо разряде регистра DDRx записан ноль, то соответствующий разряд порта работает как вход.

Если же в этом разряде единица, то разряд порта работает как выход. Для того, чтобы выдать информацию на внешний вывод микросхемы, нужно в

соответствующий разряд DDRx записать логическую единицу, а затем записать байт данных в регистр PORTx. Содержимое соответствующего бита этого байта тут же появится на внешнем выводе микросхемы и будет присутствовать там постоянно, пока не будет заменено другим, либо пока данная линия порта не переключится на ввод.

Для того, чтобы прочитать информацию с внешнего вывода микро-контроллера, нужно сначала перевести нужный разряд порта в режим ввода. То есть записать в соответствующий разряд регистра DDRx ноль.[17]

Благодаря этому резистору упрощается подключение внешних контактов и кнопок. Обычно контакты требуют внешнего резистора. Теперь без внешнего резистора можно обойтись. Включением и отключением внутренних резисторов управляет регистр PORTx, если порт находится в режиме ввода.

Аналогово-цифровой преобразователь

В состав ATmega88 входит модуль 10-разрядного АЦП последовательного приближения.

Основные параметры АЦП:

- абсолютная погрешность +-2МЗР;
- интегральная нелинейность +-0,5 МЗР;
- время преобразования 65 – 260 мкс;
- быстродействие до 15 000 выборок в секунду;
- входное напряжение от 0 до VCC;
- спящий режим.

На входе модуля АЦП имеется 8-канальный аналоговый мультиплексор, предоставляющий в распоряжение пользователя 8 каналов с несимметричными входами.

В процессе работы АЦП может функционировать в двух режимах: режим одиночного преобразования и режим непрерывного преобразования.

Входы АЦП могут объединяться попарно для формирования в общей сложности до 13 каналов с дифференциальным входом.

Конфигурирование порта ввода-вывода

ATmega88 имеет три 8-разрядных порта ввода/вывода (порты B, C, D).

Входные буферы всех выводов построены по схеме триггера Шмита. Для всех входов имеется возможность подключения подтягивающего резистора между входом и шиной питания V*cc*.

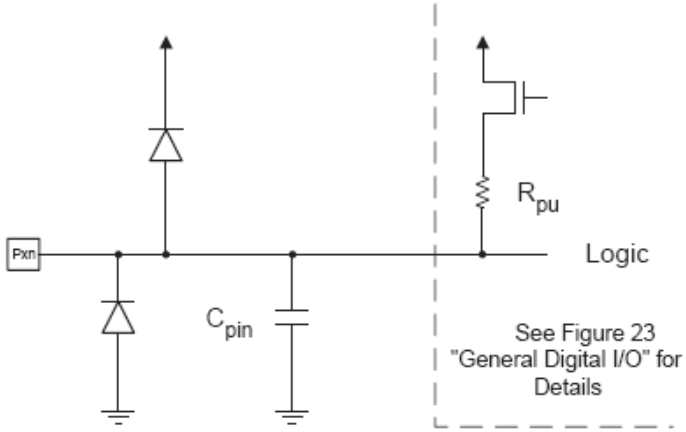


Рисунок 3.3 - Схема выводов портов ввода/вывода

Каждому выводу порта соответствуют 3 разряда регистров ввода/вывода: PORT*xn* (регистр PORT*x*), DD*xn* (регистр DDR*x*), PIN*xn* (регистр PIN*x*).

Разряд DD*xn* регистра DD*x* определяет направление передачи данных через контакт ввода/вывода. Если этот разряд установлен в «1», то *n*-ый вывод порта является выходом, если же сброшен в «0» - входом.

Разряд PORT*xn* регистра PORT*x* выполняет двойную функцию. Если DD*xn* равен «1», то этот разряд определяется состояние вывода порта. Если разряд установлен в «1», то на выходе напряжение высокого уровня, если в «0» - низкого.

Если DD*xn* равен «0», то разряд PORT*xn* определяет состояние внутреннего подтягивающего регистра для данного вывода. При установке в «1» подтягивающий регистр подключается между выводом микроконтроллера и проводом питания.

Загрузочная программа может использовать любой интерфейс для загрузки прикладной программы во флэш-память. Программа в загрузочном

секторе продолжает работу в процессе обновления прикладной секции флэш-памяти, тем самым поддерживая двухоперационность: чтение во время записи. За счет сочетания 8-разр. RISC ЦПУ с внутрисистемно самопрограммируемой флэш-памятью в одной микросхеме ATmega88 является мощным микроконтроллером, позволяющим достичь высокой степени гибкости и эффективной стоимости при проектировании большинства приложений встроенного управления. [8]

DDxn	Pxn	Режим	Резистор	Примечание
0	0	Вход	Отключен	Вывод отключен от схемы
0	1	Вход	Подключен	Вывод является источником тока
1	0	Выход	Отключен	На выходе «0»
1	1	Выход	Отключен	На выходе «1»

Система прерываний

Для оформления таблицы векторов прерывания можно использовать директиву .org, которая устанавливает абсолютный адрес в памяти программ.

Для разрешения прерываний предусмотрены специальные команды sei (разрешить) и cli (запретить), устанавливающие бит в нужное состояние. Отметим, что по умолчанию бит регистра флагов SREG сброшен, т.е. прерывания при запуске МК запрещены. Для того чтобы разрешить, необходимо в процедуре начальной инициализации, выполняющейся по сбросу МК, разместить команду sei.

Последовательный канал (UART/USART)

Vикроконтроллеры серии AVR имеют:

- встроенный универсальный последовательный асинхронный приемопередатчик (UART);
- универсальный последовательный синхронно/асинхронный приемопередатчик (USART).

Некоторые модели имеют даже сразу два таких, канала.. Каналы UART (USART) предназначены для обмена информацией между микроконтроллером и любым внешним устройством. Протокол UART (USART) — это довольно распространенный протокол последовательной передачи информации. Такой протокол, в частности, использует последовательный порт компьютера (COM-порт). При помощи UART (USART) можно организовывать линию связи не только между двумя микроконтроллерами, но и между микроконтроллером и компьютером.

В данном микроконтроллере порт UART заменен на более функциональный USART (Universal Synchronous and Asynchronous serial Receiver and Transmitter). Интерфейс USART полностью совместим с UART (кроме наименования некоторых регистров), и отличается от UART тем, что, во-первых, может самостоятельно обрабатывать 9-битовые посылки с контролем четности (не требуя программной реализации этого контроля), во-вторых, может иметь длину слова от 5 до 9 бит (UART только 8 или 9).[7]

Последовательный периферийный интерфейс (SPI)

Это специальный последовательный интерфейс, разработанный для связи микроконтроллеров между собой. Канал SPI использует для передачи информации три линии: линию MISO (Master Input / Slave Output); линию MOSI (Master Output / Slave Input); линию SCK (Тактовый сигнал).

В микроконтроллерах AVR канал SPI может выполнять двоякую функцию. Так, при помощи этого интерфейса можно не только организовать последовательный канал обмена информацией между двумя микроконтроллерами, но и между микроконтроллером и любым периферийным устройством, имеющим SPI-интерфейс.

Существует целый набор подобных устройств: цифровые потенциометры, ЦАП/АЦП, внешние Flash-ПЗУ и др.

Второе предназначение канала SPI — программирование микроконтроллера. Именно через этот канал осуществляется последовательное

программирование памяти программ и внутреннего EEPROM. Такой усеченный канал SPI имеется практически в каждом микроконтроллере AVR.

В настоящее время по совокупности параметров «энергопотребление - производительность - цена» микроконтроллеры семейства AVR 8 бит не имеют себе равных. Их достоинства: быстродействующий процессор, FLASH память программ, встроенная память данных EEPROM. мощные выходные порты. широкий диапазон питающего напряжения. Благодаря всему этому микроконтроллеры AYR широко применяются как в любительских, так и в профессиональных разработках.

Практически все AVR-контроллеры можно запрограммировать в двух режимах - высоковольтном (параллельном) и низковольтном (ISP). Наиболее часто используется низковольтное программирование. В большинстве случаев для записи кодов программы не требуется даже извлекать контроллер из платы и устанавливать его в панель программатора. Аппаратная реализация ISP программаторов очень простая, с описанием одного из вариантов такого программатора - аналога фирменного AVRISP.

Выводы всех портов имеют внутренние резисторы, подтягивающие уровень выходного сигнала к напряжению питания. Выводы могут обеспечить ток 25 мА для одного вывода и 80 мА для всего порта. Ток, потребляемый микроконтроллером в активном режиме, равен 13 мА при частоте 40 МГц и напряжении питания 5 В.

Для обеспечения стабильной работы микроконтроллера необходимо соблюсти несколько условий при проектировании схемы электрической принципиальной.

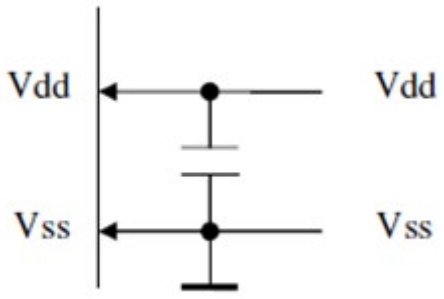


Рисунок 3.4- Керамический конденсатор вблизи выводов питания

На рисунке 3.4 показана схема включения керамических конденсаторов по питанию. Данное решение позволяет стабилизировать питание и снижать электромагнитные помехи.

На рисунке 3.5 показана схема включения кварцевого резонатора. Резистор в цепи резонатора добавлен для защиты от перегрузки резонаторов с низким уровнем возбуждения.

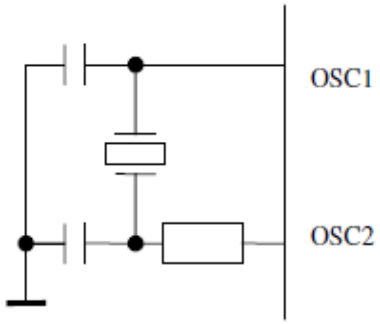


Рисунок 3.5 – Схема включения кварцевого резонатора

На рисунке 3.6 показана схема для программирования встроенной Flash памяти через интерфейс SPI. Для гарантированного сброса на входе RESET должен удерживаться сигнал логической единицы в течение времени, достаточного для запуска внутреннего тактового генератора.

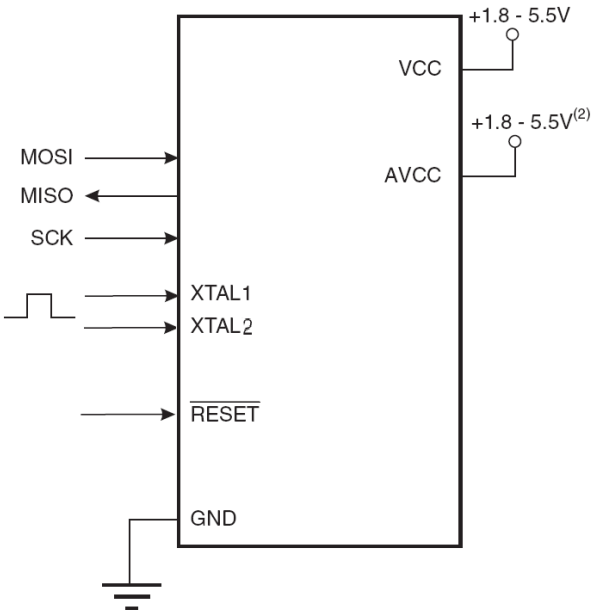


Рисунок 3.6 – Схема включения микроконтроллера

3.2 Выбор интегральных микросхем

Стабилизатор напряжения LM7805

Для стабилизации питающего напряжения бортовой сети, ограничения его уровня и защиты от импульсных помех целесообразно использовать недорогое ИМС стабилизаторы напряжения.

Стабилизатор 5В часто делают на одном из представителей интегральных стабилизаторов серии 78XX - 7805. Стабилизатор напряжения 5В 7805 это стабилизатор положительного напряжения 5 вольт в корпусе типа TO-220 с тремя выводами. Способность стабилизации такого популярного напряжения как 5 вольт делает его полезным в целой массе различных электронных устройств. Часто эти стабилизаторы применяются для питания какой-то локальной части схемы, когда невыгодно делать полноценный блок питания на 5 вольт, а проще применить 7805 просто понизив основное, более высокое напряжение питания основной схемы.

Технические характеристики микросхемы представлены в таблице 3.3

Таблица 3.3 – Технические характеристики стабилизатора LM7805

Общие сведения	
Топология регулятора	Положительное постоянное напряжение
Число регуляторов	1
Выходное напряжение	5V
Входное напряжение	До 35V
Напряжение номинальное	2V при 1A
Нестабильность выходного напряжения	240mV
Нестабильность выходной нагрузки	240mV
Выходной ток	1A
Минимальный предел тока	2.2A
Погрешность регулирования напряжения	± 4%
Температурный диапазон	-40°C - +125°C
Корпус	TO-220-3

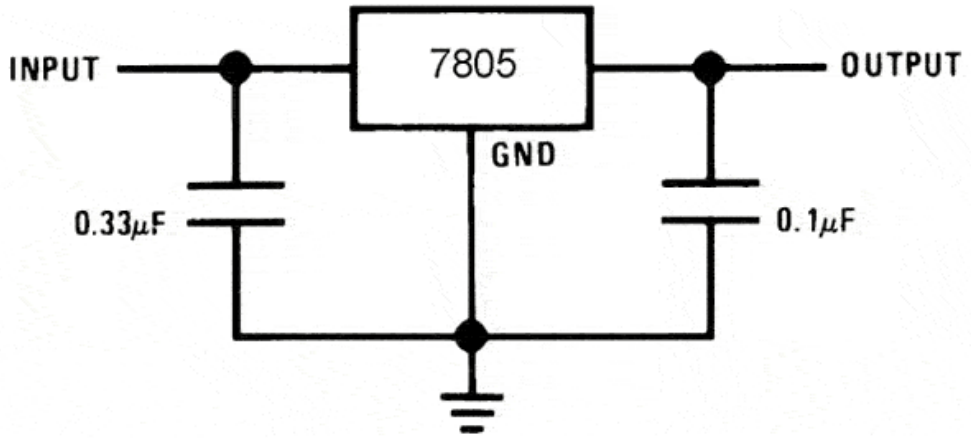


Рисунок 3.7 – Схема включения стабилизатора

Существуют два типа данной микросхемы: мощный 7805 (ток нагрузки до 1А) и маломощный 78L05 (ток нагрузки до 0,1А). Отечественными аналогами являются для 78L05 — КР1157ЕН5, а для 7805 — 142ЕН5/

Конденсатор С1 на входе необходим для ликвидации ВЧ помех при подачи входного напряжения. Конденсатор С2 на выходе стабилизатора, как и в любом другом источнике питания, обеспечивает стабильность блока питания при резком изменении тока нагрузки, а также уменьшает степень пульсаций.

При разработке блока питания необходимо иметь в виду, что для устойчивой работы стабилизатора 78L05 напряжение на входе должно быть не менее 7 и не более 20 вольт.

В 7805 стабилизаторе применяется внутренняя защита по току и защита от перегрева, делая блок питания на его основе практически неубиваемым. Если применяется достаточный теплоотвод (применяется достаточный радиатор), то 7805 стабилизатор может отдать в нагрузку ток до 1А. Максимальное напряжение на входе должно быть не меньше 6.2 вольт и не больше 35 вольт.

Принципиальная схема интегрального стабилизатора представлена на рисунке 3.8.

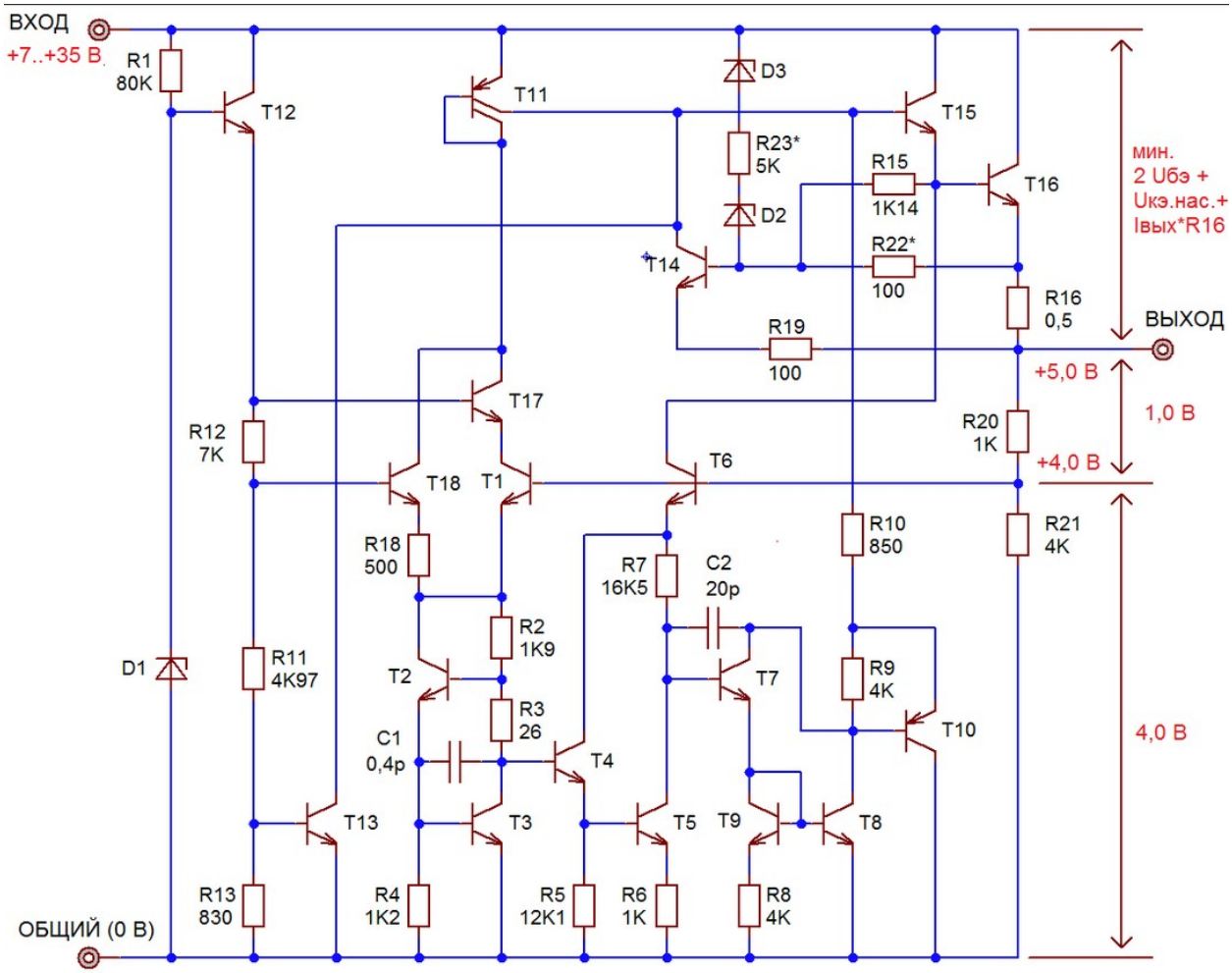


Рисунок 3.8 – Принципиальная схема стабилизатора напряжения LM7805

3.3 Выбор датчиков сигнализации

Дымовой оптико-электронный извещатель ДИП-34А-01-02



Рисунок 3.9 – Извещатель ДИП-34А-01-02

Извещатель пожарный ДИП-34А предназначен для контроля состояния и обнаружения загораний, сопровождающихся появлением дыма в закрытых помещениях различных зданий и сооружений и выдачи извещений "Пожар", "Запыленность", "Внимание", "Неисправность", "Отключен"

- Контроль работоспособности
- Контроль запыленности
- Контроль текущего значения концентрации дыма
- Питание по двухпроводной линии связи (от "С2000-КДЛ")
- Подключение к двухпроводной линии до 127 извещателей

Таблица 3.5 – Технические характеристики извещателя ДИП-34А-01-02

ствительность извещателя соответствует задымленности окружающей среды с оптической плотностью	не менее 0,05 и не более 0,2 дБ/м
Инерционность срабатывания извещателя при достижении пороговой удельной оптической плотности окружающей среды	не превышает 10 секунд
Потребляемый извещателем ток, не более	600 мкА
Время технической готовности извещателя	не более - 60 с
Диапазон рабочих температур	от минус 30 до +55 ^{0}С
Габаритные размеры извещателя вместе с розеткой:	
диаметр, не более	100 мм
высота, не более	46 мм

Датчик движения производства торгового дома Пан Электроник имеет хорошие характеристики и низкую стоимость.



Рисунок 3.10 – Датчик движения

Датчик движения предназначен для фиксации появлении человека в зоне охвата датчика. Отличается увеличенным углом охвата 180°.

При регистрации движения в 12-метровой зоне охвата, выдает логический сигнал на регистрирующие устройство. Датчик настроен реагировать на движение объекта размером с человека и не будет реагировать на домашних животных.

Технические характеристики

Максимальнае дальность действия: 12 метров

Угол охвата: 180°

Возможна настройка угла вертикально на 180°

Напряжение питания: 5 В

Потребляемый ток: 0,05 А

Тип выхода: логический

Степень защиты: IP44

Магнитоконтактный датчик ИО 102-29 "Эстет"

Извещатели предназначены для блокировки дверных и оконных проемов, а также блокировки других конструктивных элементов зданий и сооружений, на открывание или смещение с выдачей сигнала "Тревога" на приемно-контрольный прибор, концентратор или пульт централизованного наблюдения.

Конструктивно извещатели состоят из датчика магнитоуправляемого (датчика) на основе геркона и задающего элемента (магнита), выполненных в корпусах из ABS пластика фирмы BAYER AG. [34]



Рисунок 3.11 – Магнитоконтактный датчик

Контакты извещателей находятся в замкнутом состоянии при расположении магнита и датчика на расстоянии 10 мм и менее, и в разомкнутом состоянии на расстоянии 25 мм и более.

Технические характеристики:

Коммутируемый ток: от 0,001 до 0,5 А

Коммутируемое напряжение: от 0,02 до 72 В (макс. коммутируемая мощность не более 10Вт)

Сопротивление замкнутых контактов: не более 0,5 Ом

По устойчивости к механическим воздействиям исполнение извещателей рассчитано для категории размещения 03 по ГОСТ 251099-83, по устойчивости к климатическим воздействиям исполнение извещателей рассчитано для категории размещения 02 по ГОСТ 25 1099-83.Степень защиты оболочки соответствует исполнению IP20 по ГОСТ 14254-96.

Как правило для защиты квартиры достаточно этих двух типов датчиков. По желанию клиента могут быть также установлены и дополнительные датчики: акустические, вибрации и т.д.

Датчик движения имеет потолочное и настенное крепление и должен устанавливаться в местах наиболее вероятного движения злоумышленника.

Магнитоконтактный датчик устанавливаются на входную дверь. На крайних этажах желательна также установка акустических датчиков реагирующих на шум разбитого окна.

3.4 Расчет схемы принципиальной

Принципиальная схема сигнализации представлена на рисунке 3.10

АЦП измеряет сигнал в диапазоне от 0 до Vref, де Vref – опорное напряжение АЦП. В качестве источника опорного напряжения может быть использовано напряжение питания АЦП, внешний источник напряжения, либо внутренний источник опорного напряжения 2,6 В. Выберем в качестве источника Vref напряжение питания микроконтроллера.

Сопротивление портов микроконтроллера сконфигурированных как вход составляет 100 МОм[6]. Поэтому ими можно пренебречь в расчетах, считая их бесконечно большими. Для защиты портов микроконтроллера от превышения токовой нагрузки используются токоограничивающие резисторы.

Из [11] выберем номинальный ток диода равен 6 мА

$$I_{HL} = 6\ мА$$

$$R4 = \frac{U_{num} - U_{HL}}{I_{HL}} = \frac{5 - 2}{6 \cdot 10^{-3}} = 500\ Ом (560\ Ом\ E24)$$

Частота модулирующего сигнала определяется как:

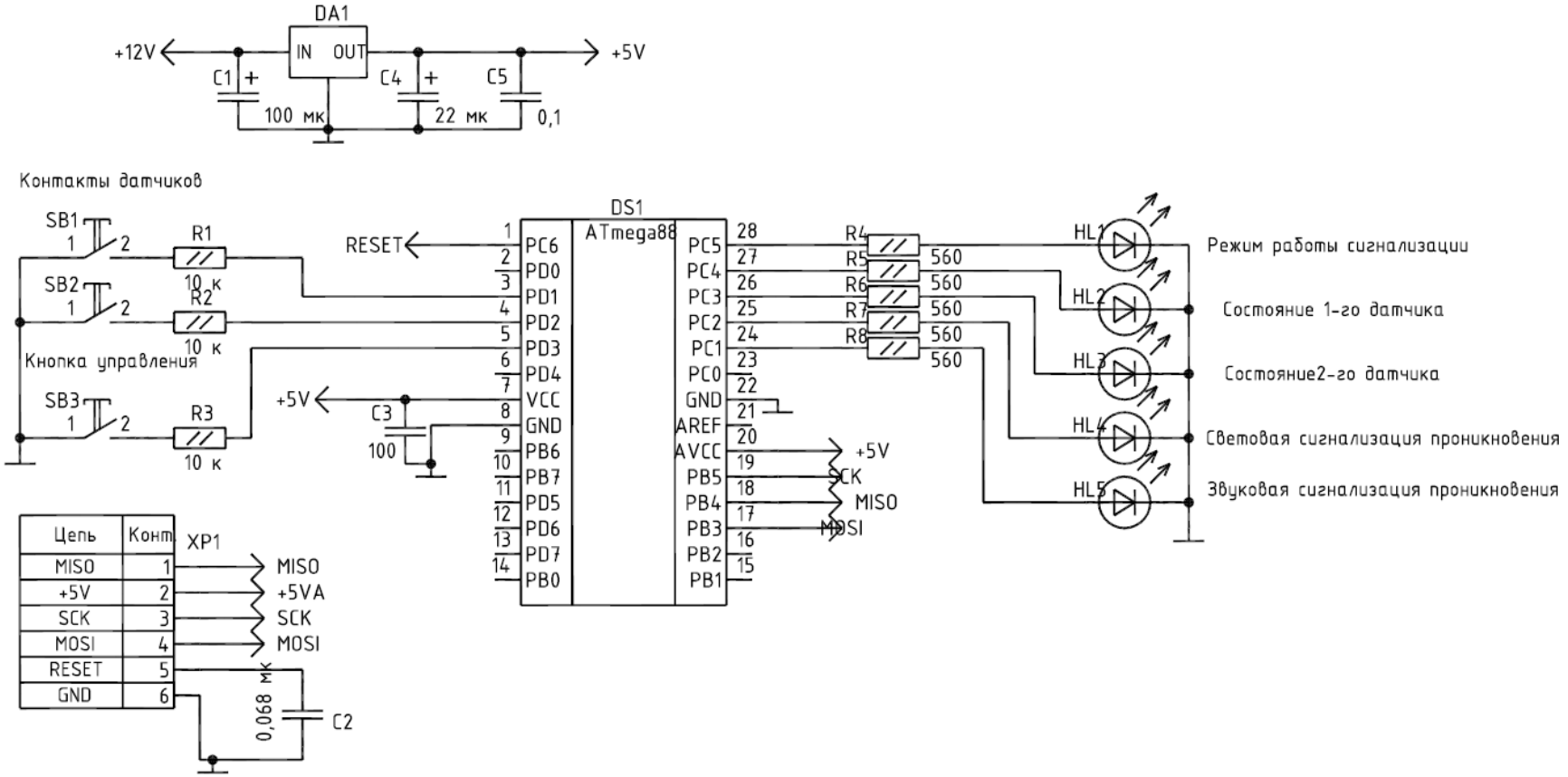
$f_{OCn} = \frac{f_{clk}}{2N(1 + OCRn)}$ Для микроконтроллера ATMega 16, работающего на частоте в 16 МГц параметры таймера будут следующими:

TCCR1A=0x40;

TCCR1B=0x09;

OCR1AH=0x00;

OCR1AL=0x84;


DA1
+12V
IN
OUT
+5V
C1
100 мк
C4
22 мк
C5
0,1
Контакты датчиков
SB1
SB2
SB3
R1
R2
R3
10 к
Кнопка управления
RESET
+5V
C3
100
DS1
ATmega88
PC6
PD0
PD1
PD2
PD3
PD4
VCC
GND
PB6
PB7
PD5
PD6
PD7
PB0
PC5
PC4
PC3
PC2
PC1
PC0
GND
AREF
AVCC
PB5
PB4
PB3
PB2
PB1
SCK
MISO
MOSI
R4
R5
R6
R7
R8
560
HL1
HL2
HL3
HL4
HL5
Режим работы сигнализации
Состояние 1-го датчика
Состояние2-го датчика
Световая сигнализация проникновения
Звуковая сигнализация проникновения
Цепь
Конт
XP1
MISO
+5V
SCK
MOSI
RESET
GND
+5VA
0,068 мк
C2

Рассчитаем требуемую мощность для блока питания (питание схемы со стороны микроконтроллера):

1. Потребление микроконтроллера при частоте работы 12 МГц составляет 9 мА. Следовательно, потребляемая мощность P_{DS1} равна:

$$P_{DS1} = I_{DS1} \cdot U_{пит} = 9 \cdot 10^{-3} \cdot 5 = 45 \text{ мВт.}$$

2. Потребление датчиков составляет не более 0,6 Вт, соответственно общее потребление не превысит 2,4 Вт.

3. Суммарная потребляемая мощность $P_{сум}$ определяется в этом случае потреблением датчиков и не превысит 2,5 Вт

4. Максимальный выходной ток стабилизатора I_{DA2}

$$I_{DA2} = P_{сум} / U_{пит} = 2.5 / 5 = 0.5 \text{ А.}$$

3.5 Разработка конструкции

Основная задача при разработке конструкции – снизить влияние электромагнитного воздействия на результат измерений. Для достижения этого предприняты следующие меры:

- Уменьшена длина дорожек аналогового сигнала.
- «Вывод "земли" АЦП соединен с общим проводом только в одной точке.
- Аналоговые и цифровые дорожки разнесены на максимальное расстояние.
- Источники питания также удалены друг относительно друга.

Монтаж МК выполнен на печатной плате из двухстороннего фольгированного стеклотекстолита. Трансформатор закреплен механическим способом с помощью шайбы и винтового соединения. Дополнительно следует отметить необходимость качественной изоляции вторичных обмоток трансформатора, для снижения возможности пробоя между измерительной и передающей частями платы. Для защиты от перенапряжения в линии связи, на плате установлены защитные двухполярные диоды.

На плате предусмотрены индикаторы приема и передачи данных по сети, а также индикатор наличия питания. По причине малой потребляемой мощности стабилизатор напряжения DA6 может быть установлен без дополнительного теплоотвода.

Датчики температуры размещаются внутри контролируемой зоны. Датчик температуры располагают на стене или потолке вдалеке от источников тепла.

3.6 Расчет технологических параметров

Оценочный расчёт надёжности конструкции заключается в определении показателей надёжности изделия по известным характеристикам надёжности составляющих компонентов и условиям их эксплуатации. В дипломном проекте оценочный расчёт надёжности изделия выполняется по внезапным отказам, в соответствии с которым определяется интенсивность отказов устройства с учётом условий его эксплуатации.

Необходимо обеспечить наработку до отказа МК 60000 часов.

Расчёт интенсивности отказов ПП с металлизированными отверстиями

$$\lambda_Э = \lambda_0 \cdot K_Э (N_1 \cdot K_C + N_2 \cdot (K_C + 13))$$

λ_0 – значение базовой интенсивности отказа плат в зависимости от технологии изготовления, для печатного монтажа:

$$\lambda_0 = 0{,}0017 \cdot 10^{-8} \frac{1}{ч}$$

$K_Э$ – коэффициент эксплуатации (ГОСТ Р.В. 20.36.304-98)

$K_Э = 1$

K_C – коэффициент сложности в зависимости от числа слоёв, для ДПП:

$K_C = 1$

N_1 – количество соединений, пропаянных групповыми методами (все выводы МС)

$$N_1 = N_{ИС} \cdot N_{ВЫВ} = 1 \cdot 28 = 28.$$

N_2 – количество соединений, пропаянных вручную (выводы разъёмов),

$$N_2 = 5$$

$$\lambda_Э = 0,0017 \cdot 10^{-8} \cdot 1 \cdot (28 \cdot 1,6 + 5 \cdot (1 + 13)) = 1,95 \cdot 10^{-9} \frac{1}{ч}.$$

Расчёт интенсивности отказов соединений

$$\lambda_Э = K_Э \cdot \sum_{i=1}^{n} N_i \cdot \lambda_{0i}$$

n – количество видов соединений (пайка волной и ручная пайка)

$K_Э$ – коэффициент эксплуатации (ГОСТ Р.В. 20.36.304-98)

$K_Э = 1$

N_i – кол-во соединений i-го вида

$N_1 = 28$

$N_2 = 5$

λ_{0i} – базовая интенсивность отказов i^{го} вида соединения

$\lambda_{01} = 6,9 \cdot 10^{-11}$ (пайка волной)

$\lambda_{02} = 1,3 \cdot 10^{-9}$ (ручная пайка без накрутки)

$$\lambda_Э = 1 \cdot (28 \cdot 6,9 \cdot 10^{-11} + 5 \cdot 0,13 \cdot 10^{-8}) = 0,84 \cdot 10^{-8} \frac{1}{ч}$$

Расчёт интенсивности отказов электрического соединителя (разъём

$$\lambda_Э = \lambda_0 \cdot K_Т \cdot K_{КМ} \cdot K_{УК} \cdot K_Э \cdot 10^{-6}$$

λ_0 – базовая интенсивность отказов соединителя в зависимости от технологии изготовления

$$\lambda_0 = 0,046$$

$K_Т$ – коэффициент температуры

$$K_Т = \exp\left(\frac{-0,14}{8,617 \cdot 10^5} \cdot \left(\frac{1}{T_{МАХ} + 273} - \frac{1}{298}\right)\right)$$

$$T_{МАХ} = T_С + \Delta t$$

Tc – температура среды (30 °C)

Δt – среднее превышение температуры разъема относительно окружающей среды

$\Delta t = A \cdot I$

I – ток, протекающий через контакты

$I = 0{,}15$ A (максимальный ток через разъём)

A – коэффициент, зависящий от количества задействованных выводов (A(5) = 0,07)

$\Delta t = 0{,}07 \cdot 0{,}15 = 0{,}01^{o}C$

$T_{MAX} = 30 + \Delta t = 30{,}01^{o}C$

$$K_T = \exp\left[\frac{-0{,}14}{8{,}617 \cdot 10^{5}} \cdot \left(\frac{1}{30{,}01 + 273} - \frac{1}{298}\right)\right] \approx 1$$

$K_{КМ}$ – коэффициент, зависящий от количества сочленений/расчленений за 1000 часов (для количества сочленений/расчленений в интервале 5–50 $K_{КМ} = 3$)

$K_{УК}$ – коэффициент уровня качества

$K_{УК} = 2$

$K_Э$ – коэффициент эксплуатации

$K_Э = 1$

$$\lambda_Э = 0{,}046 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 10^{-6} = 2{,}76 \cdot 10^{-7} \frac{1}{ч}.$$

Расчёт интенсивности отказов COM порта

$$\lambda э = (\lambda_0 \cdot K_T \cdot K_{СЛ} + \lambda_K \cdot K_Э \cdot K_{УК} \cdot K_К) \cdot 10^{-6}$$

λ_0 – эксплуатационная интенсивность отказов кристаллов

$\lambda_0 = 0{,}16 \frac{1}{ч}$

K_T – коэффициент температурного влияния

$$K_T = 0{,}1 \cdot e^{\left(\frac{-Ea}{8{,}617\,10^{-5}}\left(\frac{1}{T_j + 273} - \frac{1}{N_T}\right)\right)}$$

Ea – энергия активации

Ea = 0,35 эВ

N_T – эмпирический коэффициент

$N_T = 298$

T_J – перегрев тела

$T_J = 40^oC$

$$K_T = 0{,}1 \cdot e^{\left(\frac{-0{,}35}{8{,}617 \cdot 10^{-5}}\left(\frac{1}{40+273}-\frac{1}{298}\right)\right)} = 0{,}192167$$

$K_{СЛ}$ – коэффициент сложности кристалла

$$K_{СЛ} = 0{,}36 + (0{,}64 \cdot (\frac{S_K}{0.21} \cdot (\frac{2}{X_S})^2))$$

S_K – площадь кристалла

$S_K = 0{,}64$ см^2

X_S – топологическое разрешение

$X_S = 0{,}25$ мкм

$$K_{СЛ} = 0{,}36 + [0{,}64 \cdot (\frac{0{,}64}{0{,}21} \cdot (\frac{2}{0{,}25})^2)] = 125{,}455$$

λ_K – интенсивность отказов корпуса

$$\lambda_K = 0{,}0022 + 1{,}72 \cdot 10^{-5} \cdot N_B$$

Nв – количество выводов

Nв = 28

$$\lambda_K = 0{,}0022 + 1{,}72 \cdot 10^{-5} \cdot 28 = 0{,}002544 \frac{1}{ч}$$

$K_Э$ – коэффициент, учитывающий режим эксплуатации

$K_Э = 0{,}5$

$K_{УК}$ – коэффициент, учитывающий уровень качества (класс B_1)

$K_{УК} = 2$

$K_К$ – коэффициент влияния корпуса (DIP не герметичный)

$K_К = 1{,}3$

$$\lambda э = (0{,}16 \cdot 0{,}192167 \cdot 124{,}455 + 0{,}002544 \cdot 0{,}5 \cdot 2 \cdot 1{,}3) \cdot 10^{-6} = 1{,}20085 \cdot 10^{-5}$$

<u>Расчёт интенсивности отказов</u>

$$\lambda_\Sigma = \sum_{i=1}^{n} \lambda_{Эi} = 1{,}22 \cdot 10^{-5} \frac{1}{ч}$$

Расчёт наработки до отказа модуля

$$\overline{T} = \frac{1}{\lambda_{\Sigma}} = \frac{1}{1,22 \cdot 10^{-5}} \approx 82000 \text{ ч}.$$

Рассчитанное значение наработки до отказа удовлетворяет предъявленным требованиям.

ГЛАВА 4. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАЗРАБАТЫВАЕМОГО УСТРОЙСТВА

4.1 Разработка алгоритма работы

На рисунке 4.1 представлена блок схема алгоритма работы микроконтроллера сигнализации.

При подаче питания микроконтроллер инициализирует порты ввода-вывода, переводя их в высокоимпедансное состояние, производит настройку и запуск таймера. Таймер отсчитывает время для определения временных интервалов.

После измерения временных интервалов происходит обработка результатов – определения факта срабатывания датчика.

После инициализации контроллер отслеживает состояние контакта PD3/ Если на данном выводе низкий сигнал (кнопка включения сигнализации нажата), то контроллер проверяет состояние подключенных датчиков. После включения сигнализации у пользователя есть 1 минута, чтобы покинуть помещение. после этого, если на всех контактов от датчиков высокий уровень (датчики не сработали), то контроллер включает режим охраны. После подачи сигнала с какого-либо датчика, у пользователя есть минута для отключения сигнализации. В противном случае включается устройства оповещения (сирена, световая индикация и т.п.)

Функция обработки запросов по интерфейсу UART-USB реализована в виде подпрограммы обработки прерываний (Рисунок 4.2). После сохранения измеренных значений происходит возврат в основную программу.

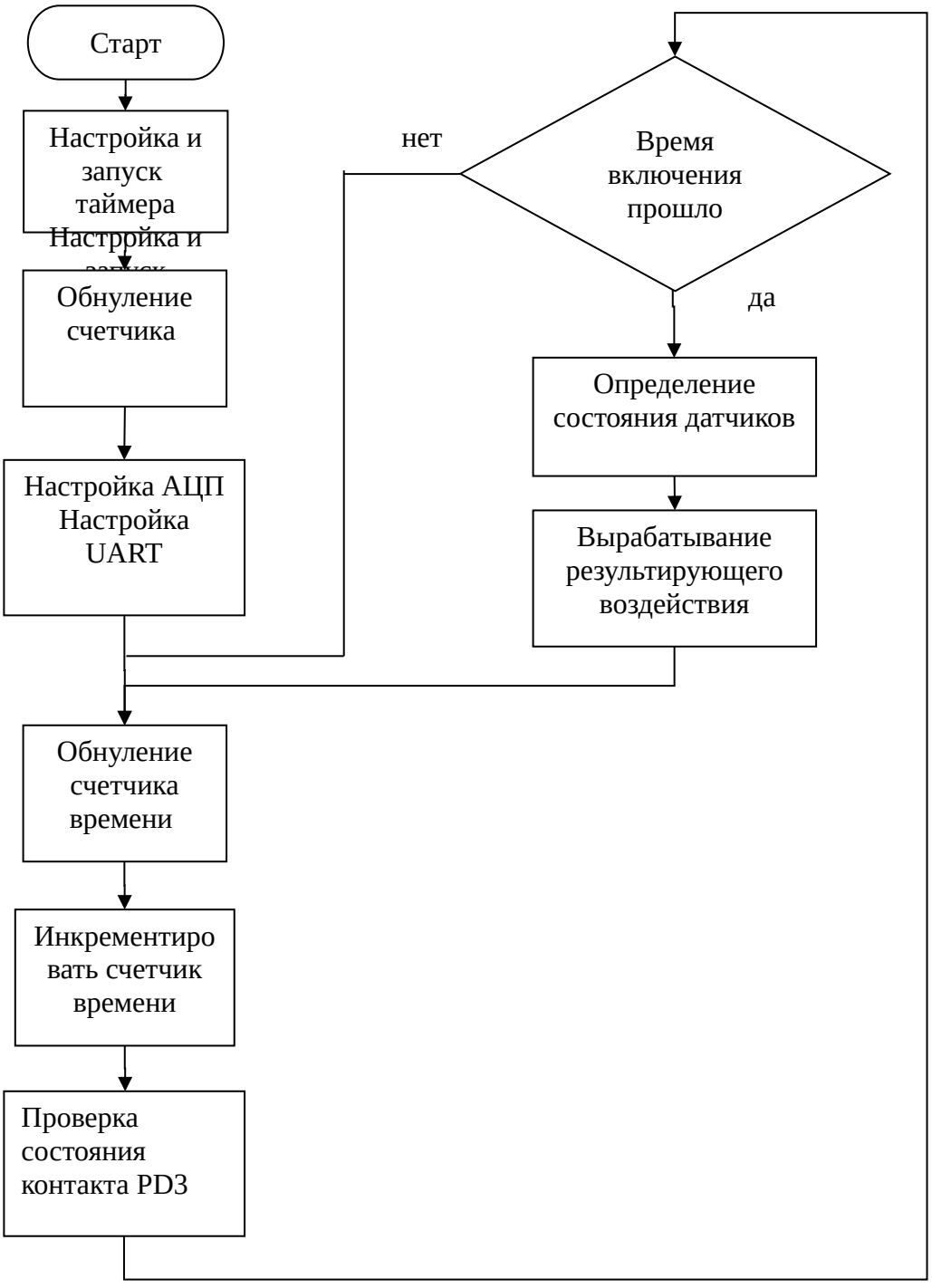


Рисунок 4.1 – Блок схема работы системы

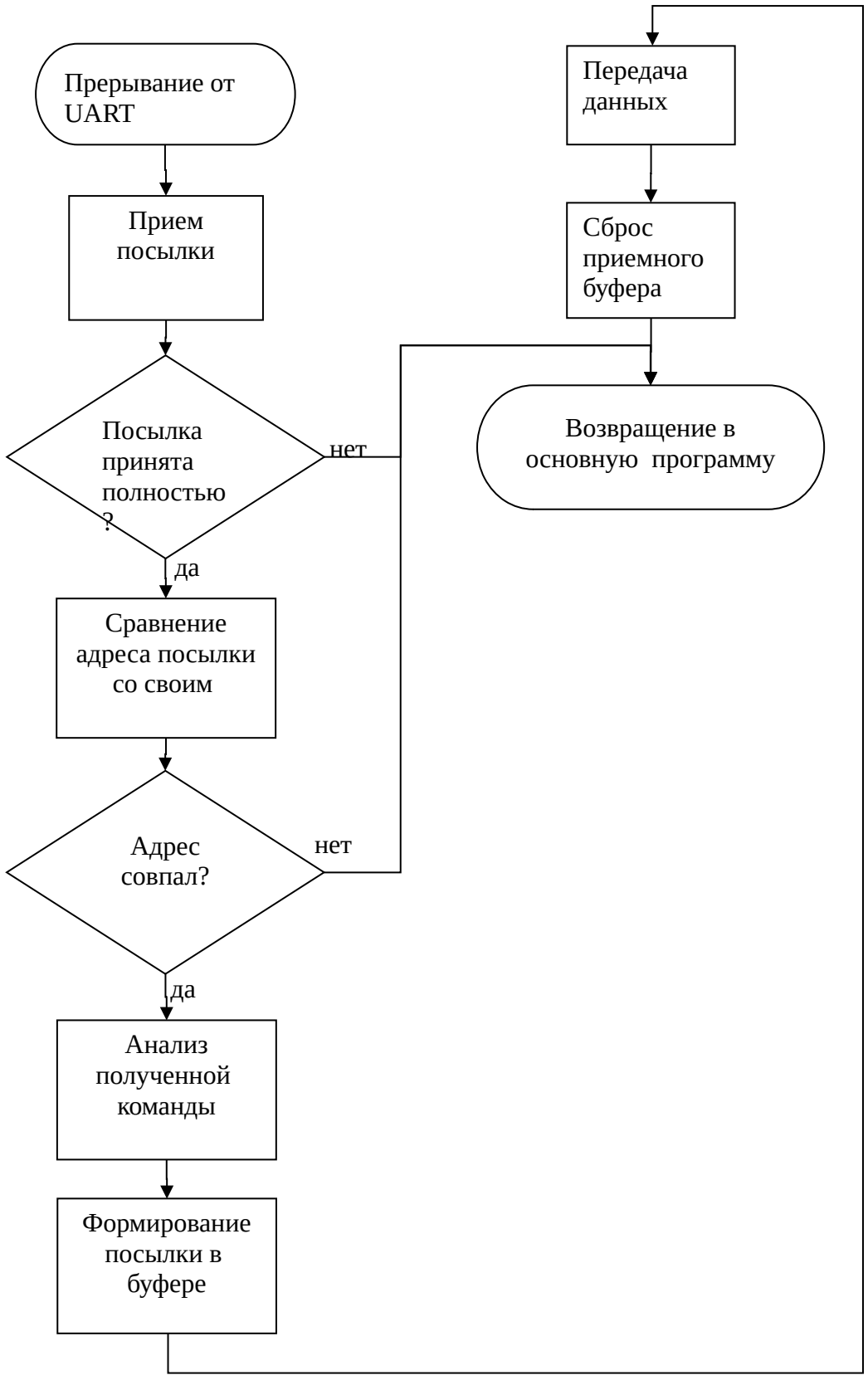


Рисунок 4.2 – Блок схема подпрограммы приема данных

4.2 Интегрированная система разработки AVR Studio

AVR Studio – это интегрированная отладочная среда разработки приложений для 8-разрядных RISC – микроконтроллеров семейств AVR (Tiny, Classic, Mega). Версия AVR Studio 4 объединяет средства управления проектами, текстовый редактор, Ассемблер и отладчик программ на языках Си и Ассемблер. Таким образом, AVR Studio 4 поддерживает проектировщика на стадиях разработки, отладки и верификации программного обеспечения. Кроме того, AVR Studio 4 поддерживает аппаратную платформу STK500, которая позволяет программировать все устройства AVR, и внутрисхемные эмуляторы ICE40, ICE50, ICE200, JTAG ICE.

Программа для устройства была написана и отлажена в среде для разработки AVR Studio. AVR Studio — интегрированная среда разработки (IDE) для разработки 8-ми и 32-х битных AVR приложений от компании Atmel, работающая в операционных системах Windows NT/2000/XP/Vista/7. AVR Studio содержит ассемблер и симулятор, позволяющий отследить выполнение программы. Текущая версия поддерживает все выпускаемые на сегодняшний день контроллеры AVR и средства разработки. AVR Studio содержит в себе менеджер проектов, редактор исходного кода, инструменты виртуальной симуляции и внутрисхемной отладки, позволяет писать программы на ассемблере или на C/C++.Содержание

Характеристики AVR Studio:

Интегрированный Ассемблер;

Интегрированный симулятор;

Поддержка инструментов Atmel, совместимых с 8-разрядной AVR архитектурой, в том числе AVR ONE!, JTAGICE mkI, JTAGICE mkII, AVR Dragon, AVRISP, AVR ISPmkII, AVR Butterfly, STK500 и STK600;

Поддержка плагина AVR RTOS;

Поддержка AT90PWM1 и ATtiny40;

Интерфейс командной строки с поддержкой TPI.

Программа не имеет команды останова и выполняется циклически пока микроконтроллер подключен к питанию. Основные команды и процессы описаны в комментариях в тексте программы.

Ввиду ограниченных ресурсов микроконтроллерных систем исходные тексты их программ создаются и обрабатываются на персональном компьютере вплоть до получения исполняемой программы. В этом случае говорят, что инструментальная система другая, а ассемблирование называют кросс-ассемблированием (перекрестным ассемблированием). Существуют компьютерные программы, имитирующие работу микроконтроллеров, что может быть весьма полезно для отладки программ на инструментальных компьютерах (KEIL, 2550A.D.Software,Inc, IAR и т.д.) Такие методы моделирования работы программ называются математическими. При помощи инструментальных компьютеров и специальных приставок к ним осуществляется отладка программ в условиях, приближенных к реальной работе микроконтроллера с реальным изделием. Такие методы отработки называются эмуляцией. Инструментальные компьютеры используются и для записи исполняемого файла в ПЗУ при помощи периферийного устройства, называемого программатором.

Так, использование интегрированной среды проектирования AVR Studio, свободно распространяемой, дает возможность не только разрабатывать, но и отлаживать создаваемое программное обеспечение с помощью встроенного симулятора.

Наконец, подключив к AVR Studio 4 стартовый набор разработчика STK500, можно проверить созданную программу непосредственно в целевом микроконтроллере, а подключив через разъем расширения дополнительные устройства, - и в составе системы. Попутно отметим сравнительно невысокую стоимость STK500, что немаловажно для учебных заведений.

AVR Studio состоит из нескольких панелей и модулей, каждый из которых выполняет часть общей задачи. Создание программ в среде AVR

Studio происходит в виде проектов, каждый из которых имеет файл, сохраняющий информацию о проекте и входящих в него файлах, установки Ассемблера, пользовательские настройки и т. д.

Описание: Atmel Studio 6 позволяет осуществлять разработку и отладку на платформах AVR, AVR32 и ARM, поддерживает большое количество средств программирования и отладки для этих платформ, содержит встроенный компилятор C/C++ (GNU GCC).

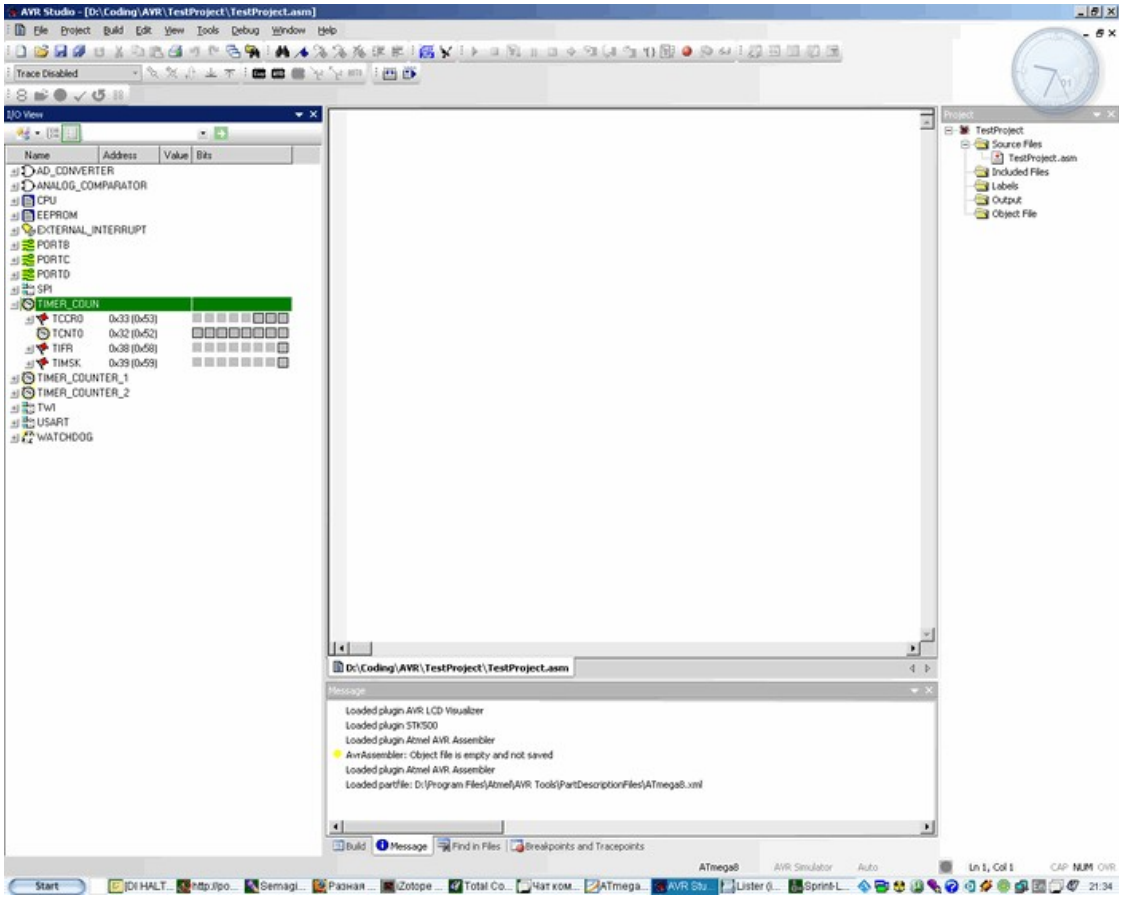


Рисунок 4.4 – Внешний вид программы AVR Studio

Редактор служит для написания программного кода, он полнофункционален, имеет подсветку синтаксиса, которая может быть изменена и дополнена пользователем. Окно редактора также используется при отладке, при этом точки возможного программного останова могут быть размещены на левой границе поля.

Рабочее пространство разделено на несколько областей, расположение и комбинации которых можно изменять. Основная часть рабочего

пространства отведена для написания кода, а все остальные элементы для отображения состояния микроконтроллера в режиме пошаговой отладки. Таким образом, пока не будет запущена пошаговая отладка, эти элементы не активны.

Наиболее важными и полезными рабочими областями являются: «*Processor*», «*I/O View*», «*Memory*».

Рабочая область *Processor* отображает указатель команд, указатель вершины стека, частоту процессора, регистр SREG, а также 32 РОН во вкладке *Registers*. Регистры X, Y, Z, входящие в число 32-х регистров общего назначения, для удобства вынесены отдельно. Параметр Stop Watch отображает время после включение питания контроллера (в данном случае это начало пошаговой отладки). С его помощью можно быстро определить сколько времени занимает та или иная команда, цикл и т.д.

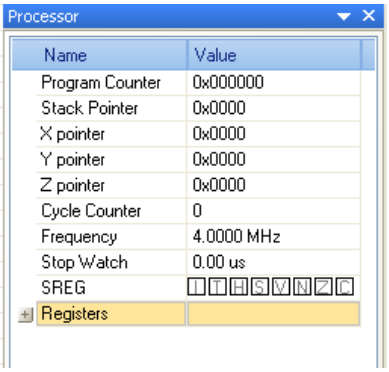


Рисунок 4.5 - Рабочая область Processor

Рабочая область *I/O View* отображает состояние всех регистров, отвечающих за управление периферийными устройствами контроллера. По каждому из устройств можно получить подробную информацию, если раскрыть соответствующую вкладку. Для примера рассмотрим вкладку TIMER_COUNTER_1 (вкладка была открыта во время пошаговой отладки).

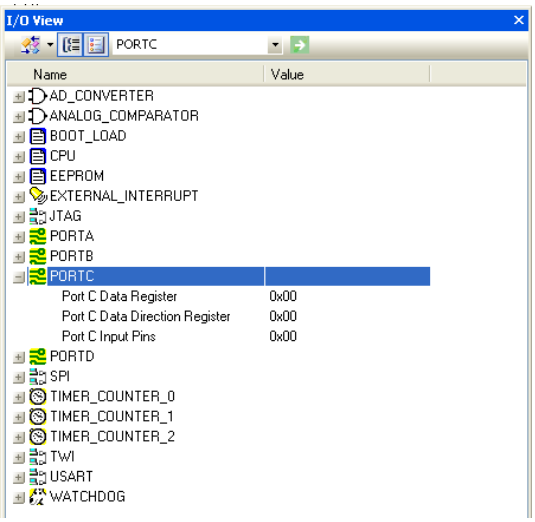


Рисунок 4.6 - Информация о периферийных устройствах микроконтроллера

При раскрытии списка TIMER_COUNTER_1 отображаются все регистры, имеющие отношению к данному таймеру, их адреса (относительные и абсолютные) и значения (в шестнадцатеричном и побитовом представлении). Значения этих регистров доступны для изменения во время отладки программы.

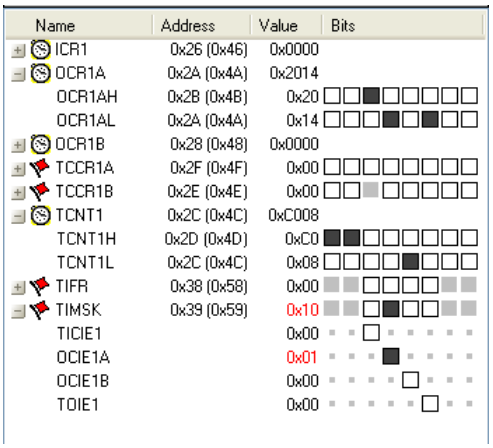


Рисунок 4.7 - Состояние таймера TIMER_COUNTER_1

Рабочая область *Memory* отображает содержимое памяти контроллера. На рисунке показано, что можно выбрать память данных (*Data*), память программ (*Program)б* EEPROM, регистров ввода/вывода (*I/O*), остальных регистров (*Register*).

В графе *Address* можно ввести адрес интересуемого сегмента памяти в шестнадцатеричном виде, чтобы быстро перейти к отображению его

содержимого, что является весьма удобным средством при отладке программ.

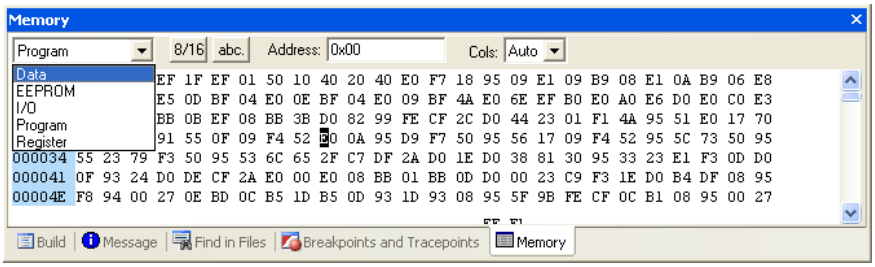


Рисунок 4.8 - Окно Memory

Установка ПО

Для поддержки STK500 требуется AVR Studio версии 3.2 и выше. В приложении приведен загрузочный файл для версии 4.16.

Для инсталляции AVR Studio вставьте компакт-диск приложения в компьютер и скопируйте файл «AvrStudio416Setup.exe» в любую свободную папку на жестком диске, запустите.

В ходе инсталляции будем предложено ввести директорию, в которую будет устанавливаться AVR Studio. Для стабильной работы приложения, этот путь должен быть максимально простым, например, «C:\AVR\», и не должен содержать кириллические символы.

Работа с ПО

После установки AVR Studio создадим проект. Для этого нужно открыть вкладку «Project» и выбрать «New Project». После этого откроется окно с выбором свойств проекта. Тип проекта определяет на каком языке будет написано приложение. В данной работе приведены приложения созданные только с использованием Atmel AVR Assembler. Для использования AVR GCC требуется дополнительно установить приложение WinAVR перед установкой AVR Studio. Также указывается имя проекта, имя исходного файла и расположение проекта.

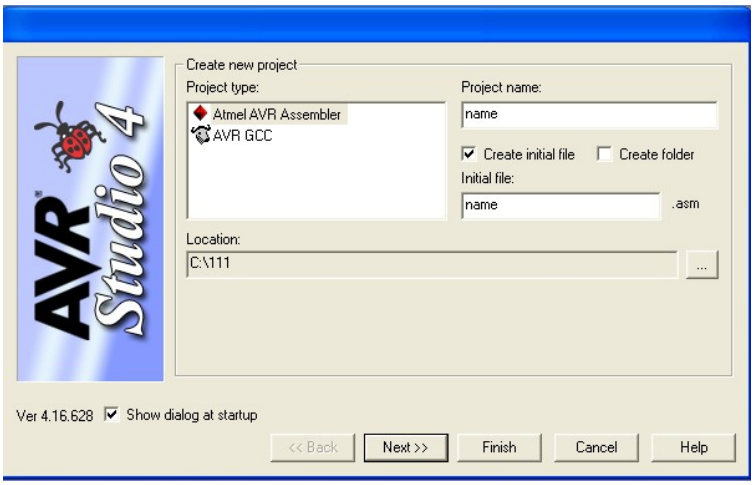


Рисунок 4.9 - Окно «Создание проекта», а

После указания основных свойств проекта можно перейти далее и указать свойства проекта более подробно. В частности, предлагается указать отладочную платформу и наименование микроконтроллера. В данной работе использовался программный симулятор AVR Simulator и микроконтроллер ATmega88.

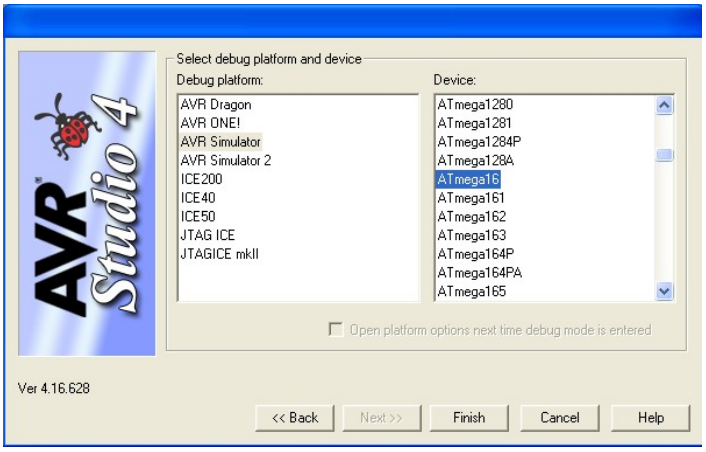


Рисунок 4.10 - Окно «Создание проекта»,

Создание проекта завершено и можно переходить непосредственно к написанию и отладке программы.

Для того чтобы загрузить программу в микроконтроллер необходимо вызвать компиляцию программы на панели управления. Если в программе имеются ошибки, то их нужно устранить, в противном случае исполняемый

файл не будет создан. Желательно, чтобы работы программы была предварительно проверена с помощью программного симулятора, так как количество числа стираний/записи в Flash-память микроконтроллера ограничено.

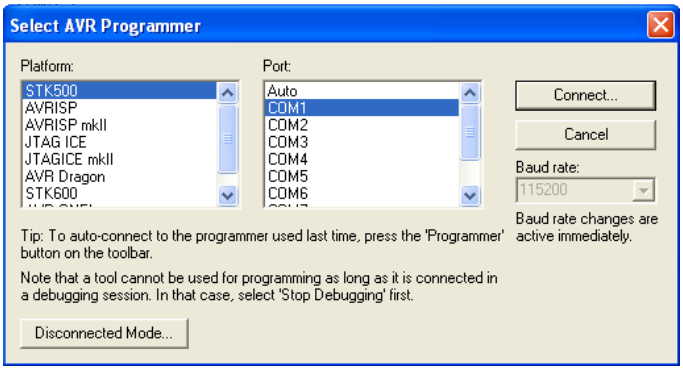


Рисунок 4.11 - Выбор используемых аппаратных средств

Далее нужно выбрать элемент «Connection» на панели управления. В раскрывшемся окне необходимо указать имеющуюся в наличии платформу (программатор) и номер COM-порта, к которому он подключен, после чего нажать «Connect». Стоит отметить, что питание у стенда STK500 должно быть включено.

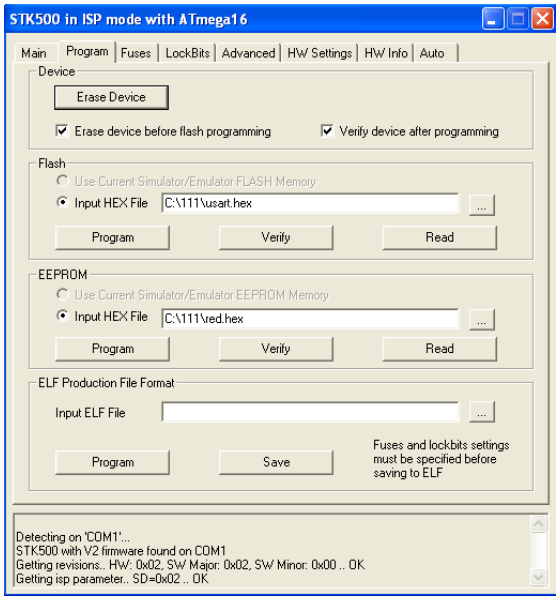


Рисунок 4.12 - Настройки программатора

После соединения AVR Studio с платформой STK500 откроется окно программатора. Чтобы записать программу в микроконтроллер во вкладке

Flash нужно выбрать исполняемый файл с расширением .hex. Важно отметить, что при смене проектов имена загружаемых файлов не меняются автоматически в строке адреса, а потому стоит внимательно проверять их при каждом запуске программатора.

Функция Verify позволяет проверить сохранность файла (выполняется проверка контрольной суммы). Функция Read позволяет считать файл, записанный в микроконтроллер ранее.

Для записи данных в EEPROM используется аналогичный набор функций.

4.3 Программа работы микроконтроллера

Программа работы микроконтроллера написана на языке C++ восьмиразрядных RISC микроконтроллеров семейства AVR фирмы ATMEL . Отладка программы производится в программе схемотехнического моделирования Proteus 7. Данная программная среда позволяет провести моделирования работы устройства н всех стадиях, оценить реакцию не внешние воздействия (срабатывание датчиков) и формирование результирующих сигналов (включение индикации и сигнализации).

ГЛАВА 5. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

5.1 Расчет себестоимости проектируемого устройства

Для создания радиотехнических устройств требуются расходные материалы. Цена на используемые материалы рассчитывается на основании технически обоснованных норм расхода каждого из этих материалов и цены за единицу измерения, установленную продавцом. Результаты расчета приведены в таблице 6.1.

Таблица 5.1 – Расчет стоимости сырья и материалов

Наименование материала	Ед. измерения	Цена за ед., руб	Норма рас.	Сумма, руб.
Стеклотекстолит FR4(СФ1)	$м^2$	3200	0,00245	7,82
Хлорное железо	кг	360	0,2	90
Припой ПОС 61	кг	2250	0,02	45
Спирт изопропанол (очиститель универсальный)	л	390	0,1	39
Канифоль	кг	899	0,01	8,99

Суммарная стоимость сырья и материалов:

$$C_{сим} = 190{,}81 \text{ руб.} \quad (5.1)$$

В процессе создания устройства остаются остатки сырья и материалов, которые не пригодны для дальнейшего использования. Такие остатки называются выходными отходами. Они в среднем составляют 3-5% от суммарной стоимости сырья:

$$C_{воз} = 190{,}81 \times 5\% = 9{,}54 \text{ руб.} \quad (5.2)$$

Расчет стоимости комплектующих изделий производится в соответствии с действующими ценами. Исходные данные и результаты расчета приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Расчет стоимости комплектующих изделий

Наименование комплектующих изделий	Количество, шт	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Микроконтроллер ATmega8	1	250	250
Стабилизатор напряжения LM7805	1	15	15
Тумблер MJ-11C	1	15	15
Кнопка SWT-20-13	2	10	20
Светодиод КИПД66В-К	5	10	50
Резистор RES	8	1	8
Конденсатор ECAP 0.33	1	3,5	3,5
Конденсатор ECAP 0.1	1	4,5	4,5
Штекер 4х контактный 3,5 мм	1	40	40
Корпус BOX-FB21	1	240	240
Динамик TFM59D	1	45	45
Итого			691

Суммарная стоимость всех комплектующих составляет:

$$C_{ки} = 691 \text{ руб.} \quad (5.3)$$

Общая стоимость затрат вычисляется по следующей формуле:

$$C_{общ} = C_{сим} + C_{ки} = 190{,}81 + 691 = 881{,}8 \text{ руб.} \quad (5.4)$$

Расходы на доставку определяются в размере 3-5% от общей стоимости купленных материалов и компонентов.

$$C_{тзр} = C_{общ} \times 5\% = 44 \text{ руб.} \quad (5.5)$$

Основная заработная плата рабочих, изготовляющих данное устройство, включает оплату по тарифным ставкам и премию. Результаты расчета приведены в таблице 6.4.

Таблица 5.4 – Расчет основной зарплаты производственных рабочих

Наименование видов работ и операций	Разряд	Часовая тариф-я ставка, руб/час	Трудоёмкость работ, нормо-ч.	Коэф-нт доплат	Основная зарплата, руб.
Проектировка устройства	6	150	5	1,2	900
Изготовление ПП	6	125	3	1,2	450
Лужение и пайка	6	125	2	1,2	300
Написание и установка программы	6	150	4	1,2	720
Сборка	4	80	1,5	1,2	144
Монтаж	4	80	5	1,2	480

Основная зарплата составляет:

$$C_{зп}^{осн} = 2994 \text{ руб.} \quad (5.6)$$

Дополнительная зарплата подразумевает под собой оплату отпусков, времени выполнения гособязанностей, декретных отпусков и т.д. Размер устанавливается заводом-изготовителем и составляет приблизительно 8-12%.

$$C_{зп}^{доп} = C_{зп}^{осн} \times 12\% = 2994 \times 0{,}12 = 359{,}28 \text{ руб.} \quad (5.7)$$

Отчисления на социальные нужды составляют 30% от суммы основной и дополнительной заработной платы.

$$C_{зп}^{сс} = (C_{зп}^{осн} + C_{зп}^{доп}) \times 30\% = (2994 + 359{,}28) \times 0{,}3 = 1005{,}98 \text{ руб.} \quad (5.8)$$

Суммарная зарплата рассчитывается по формуле:

$$C_{зп} = C_{осн}^{зп} \times (1 + \frac{K_{доп}}{100}) \times (1 + \frac{K_{сс}}{100}) = 2994 \times 1{,}12 \times 1{,}3 = 4359{,}26 \text{ руб.} \quad (5.9)$$

Эксплуатационные расходы включают в себя расходы на содержание, амортизацию и ремонт оборудования и составляет 8% от основной зарплаты:

$$C_{эксп} = C_{зп}^{осн} \times 8\% = 2994 \times 0{,}08 = 239{,}52 \text{ руб.} \quad (5.10)$$

Цеховые расходы рассчитываются по формуле:

$$C_{пр} = C_{зп}^{осн} \times \frac{\alpha}{100} = 2994 \times \frac{127}{100} = 3802{,}38 \text{ руб,} \quad (5.11)$$

где α =127 – цеховой расход, выраженный в процентах.

Общезаводские расходы определяются по формуле:

$$C_{зр} = C_{зп}^{осн} \times \frac{\beta}{100} = 2994 \times \frac{73}{100} = 2185{,}62 \text{ руб,} \quad (5.12)$$

где $\beta = 73$- общезаводской расход, в процентах.

Цена за один кВт/ч составляет 3,19 руб. Расход при производстве устройства составил 3,2 кВт/ч. Затраты составили:

$$C_{эн} = 3{,}2 \times 3{,}19 = 10{,}2 \text{ руб.} \quad (5.13)$$

Внепроизводственные расходы включают затраты предприятия по реализации продукции.

$$C_{вр} = C_{зов} \times \frac{\theta}{100} = 11532{,}3 \times \frac{7{,}2}{100} = 830.3 \text{ руб,} \quad (5.14)$$

где θ - процент непроизводственных расходов;

Результаты калькуляции затрат заносятся в таблицу 6.5.

Таблица 6.5 – Расчет Себестоимости проектируемого РТУ

Наименование статей затрат	Сумма, руб.	Удельный вес в % к полученной себестоимости
Сырье и материалы	190,81	1,54
Возвратные отходы	9,54	0,08
Покупные комплектующие изделия	691	5,59
Транспортно-заготовительные расходы	44	0,36
Основная зарплата производственных рабочих	2994	24,22
Дополнительная зарплата	359,28	2,91
Отчисления на социальное страхование	1005,98	8,14
Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	239,52	1,94
Энергозатраты	10,2	0,08
Цеховые расходы	3802,38	30,76
Цеховая себестоимость	9346,71	75,60
Общезаводские расходы	2185,62	17,68
Производственная себестоимость	11532,3	93,28
Внепроизводственные расходы	830,3	6,72
Полная себестоимость	12362,6	100,00

Прибыль расчитывается по формуле:

$$П_р = C_п \times P_н = 12365.6 \times 0{,}14 = 1730.2 \text{ руб}, \quad (5.15)$$

где $P_н$ - отраслевая норма рентабельности в приборостроение.

Оптовая цена устройства без учета НДС:

$$Ц_{опт} = C_п + П_р = 12362.6 + 1730.2 = 14093{,}4 \text{ руб}. \quad (5.16)$$

С учетом НДС:

$$Ц = Ц_{опт} + Ц_{опт} \times НДС = 14093{,}4 + 2818{,}67 = 16912{,}08 \text{ руб}. \quad (5.17)$$

5.2 Определение точки безубыточности

Расходы, которые входят в состав себестоимость, разделяют на две группы:

- постоянные затраты FC;
- переменные затраты VC.

Издержки независящие напрямую от выпуска продукции являются постоянными затратами. К переменным относятся затраты на материалы, сырье, комплектующие и т.п.

Себестоимость вычисляется по формуле:

$$C = FC + VC = 11627{,}6 + 735 = 12362{,}6 \text{ руб.} \quad (5.18)$$

Что бы производство было прибыльным, нужно выпускать определенное количество изделий. Минимальное количество таких изделий можно рассчитать по формуле:

$$V_{\min} = \frac{FC \times V_{мес}}{Ц_{опт} + VC} = \frac{11627.6 \times 30}{14093.4 + 735} = 23.5, \quad (5.19)$$

где $V_{мес}$ - планируемый объем производства.

Прибыль с одного устройства составляет:

$$П_1 = Ц_{опт} - C = 14093.4 - 12362.6 = 1730.2 \text{ руб.} \quad (5.20)$$

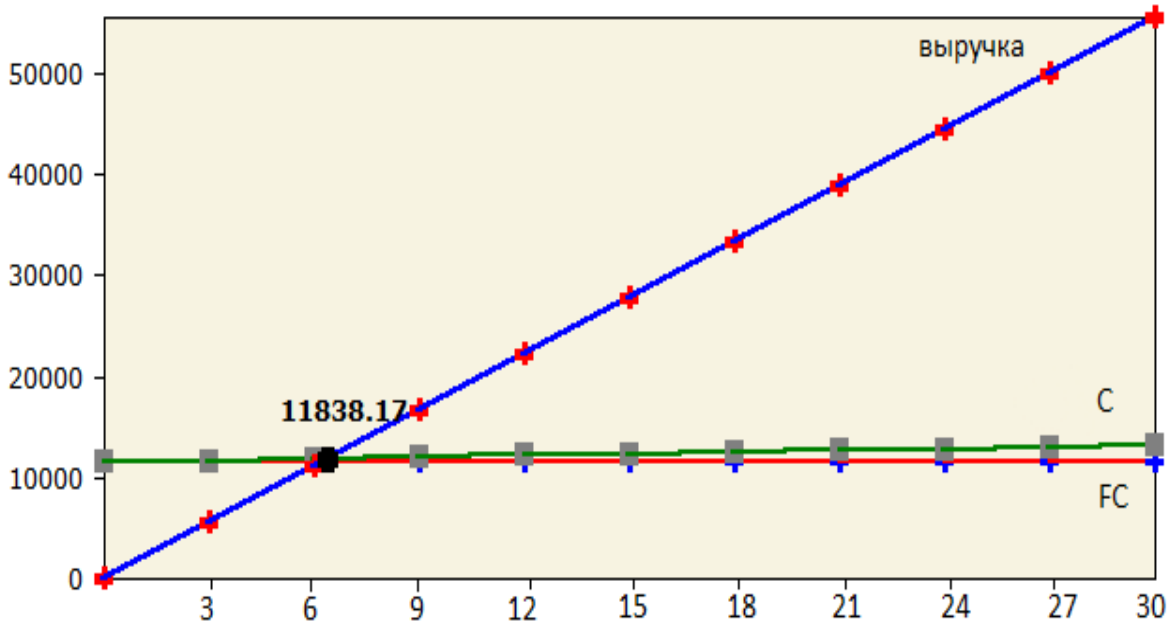
Прибыль за месяц:

$$П_{мес} = V \times П_1 = 30 \times 1730 = 51900 \text{ руб.} \quad (5.21)$$

Рентабельность производства составляет:

$$P = \frac{П_{мес}}{C \times V} \times 100\% = \frac{51900}{12362.6 \times 30} \times 100\% = 14\%. \quad (5.22)$$

График определения точки безубыточности представлен на рисунке 5.1.



ГЛАВА 6. ОХРАНА ТРУДА И БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

6.1 Нормативно-правовое обеспечение охраны труда

Проблема профессиональной безопасности и охраны труда на предприятиях не перестаёт быть актуальной. Охрана труда со стороны государства представляет собой отдельный и единичный институт, который нашёл своё отражение в разделе 10 Трудового кодекса РФ. Согласно статье 209 ТК РФ под охраной труда следует понимать такую систему, при которой сохраняется жизнь и здоровье работников в процессе труда, включающую в себя правовые, социально-экономические, санитарно-гигиенические, лечебные профилактические, реабилитационные и иные мероприятия. Данный институт упоминается и в Конституции РФ, а именно в ч.2 ст. 7, где сказано, что в Российской Федерации здоровье человека и его труд находятся под охраной и в ч. 3 ст. 37, где говорится, что каждый имеет право на трудовую деятельность в условиях, которые отвечают требованиям

безопасности и гигиены; в ФЗ, Указах Президента, Постановлениях Правительства, в локальных правовых актах. [46].

В Российской Федерации основные нормативные требования охраны труда содержатся в федеральном законе «Об основах охраны труда в Российской Федерации» (№ 181-ФЗ), где прописаны направления государственной политики в области охраны труда.

Помимо, федерального закона в Российской Федерации существует Система стандартов безопасности труда (ССБТ), представляющая собой важное направление в комплексной стандартизации и имеющая большое социальное значение. Она позволяет повысить роль стандартов в создании безопасной техники, обеспечить всесторонний учет требований безопасности труда при проектировании и эксплуатации предприятий, технологических процессов, машин и оборудования на единых методологических принципах в тесной взаимосвязи с другими системами государственной стандартизации. В частности, разработан отраслевой стандарт в соответствии с ГОСТ 5471001-82 «Общие требования безопасности». В нем сформулированы опасные и вредные производственные факторы, которые могут воздействовать на инженерно-технический персонал при выполнении технического обслуживания. На базе этого стандарта создана серия ГОСТов, которые углубляют и дифференцируют требования безопасности при техническом обслуживании основных элементов и систем. Одним из этой серии является ГОСТ 5471003-85 «Техническое обслуживание систем автоматики, электро-, радио и приборного оборудования. Общие требования безопасности». При проведении работ следует руководствоваться типовой инструкцией по охране труда при проведении электрических измерений и испытаний. Типовые инструкции носят межотраслевой характер. На основании этих инструкций на предприятиях и в организациях, независимо от форм собственности и организационно-правовых форм, должны разрабатываться и утверждаться в установленном порядке инструкции по охране труда для работников, связанных с эксплуатацией

электроустановок, выполнением строительных, монтажных, наладочных и ремонтных работ, проведением электрических испытаний и измерений, с учетом местной специфики условий обслуживания электрооборудования. [11]

6.2 Опасные и вредные производственные факторы и их классификация

К опасным относят производственные факторы, воздействие которых на работающих в определённых условиях приводит к травме или другому внезапному ухудшению здоровья. Вредными считают производственные факторы, воздействие которых на работающих в определённых условиях к заболеванию или снижению работоспособности.

Согласно ГОСТ 12.0.003-74 системы стандартов безопасности труда опасные и вредные производственные факторы подразделяются по природе действия на физические, химические, биологические, психофизиологические.

Согласно СанПин 2.2.2/2.5.1340-03 площадь на одно рабочее место с ПЭВМ для взрослых пользователей должна составлять не менее 6,0 $м^2$, а объем - не менее 20,0 $м^3$. В действительности мы имеем в лаборатории 4 рабочих места с площадью по 6,75 $м^2$ и объёмом по 27 $м^3$ на каждого человека., что соответствует нормам СанПин 2.2.2/2.5.1340-03.

Микроклимат на рабочем месте определяется температурой, относительной влажностью воздуха, скоростью движения воздуха и интенсивностью теплового излучения. Значительные колебания параметров микроклимата приводят к нарушению терморегуляции организма. Неблагоприятные микроклиматические условия могут стать причиной различных заболеваний.

Лаборатория представляет собой помещение размерами 4,5х6 метров и высотой 4 метра. В лаборатории имеется одно окно размером 1,5х3 метра, имеется четыре потолочных светильника ЛСП-12 с люминесцентными лампами. Для устранения стробоскопического эффекта светильники включены в различные фазы питающей сети. В лаборатории установлено

четыре персональных компьютера. Обеспечение необходимого микроклимата осуществляется с помощью системы центрального отопления.

Работа в лаборатории относится к работе малой точности (разряд 5, объект различения от 1 до 5 мм.) Рекомендуемый уровень освещенность на рабочей поверхности от системы общего освещения 500 лк, коэффициент пульсации 10 %.

К наиболее часто встречающимся опасным и вредным производственным факторам, которые связаны с работой аппаратуры управления, относятся: недостаточное освещение рабочих мест; производственный шум; электрический ток и электрические поля; повышенная запылённость воздуха рабочей зоны, повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны, повышенная или пониженная влажность воздуха, его подвижность; патогенные микроорганизмы (бактерии, вирусы, грибы, простейшие) и макроорганизмы (растения и животные); физические и нервно-психические перегрузки.

В процессе жизнедеятельности человек подвергается воздействию различных опасностей, под которыми обычно понимают явления, процессы, объекты, способные в определенных условиях наносить ущерб здоровью человека непосредственно или косвенно, т.е. вызывать различные нежелательные последствия.



Рисунок 6.1– Опасные и вредные производственные факторы при работе с устройствами автоматизации

Все опасные и вредные производственные факторы в соответствии с ГОСТ 12.0.003-74 подразделяются на физические, химические, биологические и психофизиологические.

К физическим факторам относят электрический ток, кинетическую энергию движущихся машин и оборудования или их частей, повышенное давление паров или газов в сосудах, недопустимые уровни шума, вибрации, инфра- и ультразвука, недостаточную освещенность, электромагнитные поля, ионизирующие излучения и др.

Химические факторы представляют собой вредные для организма человека вещества в различных состояниях.

Биологические факторы — это воздействия различных микроорганизмов, а также растений и животных.

Психофизиологические факторы — это физические и эмоциональные перегрузки, умственное перенапряжение, монотонность труда.

Опасным производственным фактором (ОПФ) называется такой производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к травме или к другому внезапному резкому ухудшению здоровья. Травма — это повреждение тканей организма и нарушение его функций внешним воздействием. Травма является результатом несчастного случая на производстве, под которым понимают случай воздействия опасного производственного фактора на работающего при выполнении им трудовых обязанностей или заданий руководителя работ.

Вредным производственным фактором (ВПФ) называется такой производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к заболеванию или снижению трудоспособности. Заболевания, возникающие под действием вредных производственных факторов, называются профессиональными.

6.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов, воздействующих при изготовлении, монтаже и эксплуатации разрабатываемого устройства

В процессе изготовления и эксплуатации разрабатываемого устройства на организм человека оказывают влияние опасные и вредные факторы, к которым следует отнести:

– опасный уровень напряжения в электрической цепи, напряжение питания 24,0-25,0В, замыкание которой может произойти через тело человека;

– повышенная или пониженная температура, влажность в зоне технического обслуживания системы.

В процессе изготовления, настройки и исследования параметров разрабатываемой микропроцессорной системы присутствуют факторы, оказывающие неблагоприятное воздействие на организм человека.

Одним из опасных факторов являются питающие напряжения, так как могут стать причиной поражения электрическим током. Воздействие напряжений на организм человека может произойти по причине случайного прикосновения к токоведущим частям устройства или появления напряжения на металлических деталях конструкции устройства.

В процессе изготовления и ремонта разрабатываемого устройства производится изготовление печатных плат в растворе хлорного железа, пайка радиоэлементов посредством использования оловянно-свинцовых припоев и безкислотных флюсов, что вызывает загрязнение воздуха и как следствие - угрозу отравления организма парами флюса и свинца. При гальваническом травлении и осаждении происходит загрязнение воздуха парами серной, соляной и азотной кислот. Также в проектируемом устройстве применяются микросхемы в пластиковых корпусах, что является причиной появления электризации элементов. Для предупреждения неблагоприятного воздействия на работающих опасных и вредных производственных факторов обязательным является использование средств индивидуальной защиты.

К опасным факторам следует отнести и питающие напряжения, так как они могут стать причиной поражения электрическим током. Воздействие напряжений на организм человека может произойти по причине случайного прикосновения к токоведущим частям устройства или появления напряжения на металлических деталях конструкции устройства.

Таким образом, на основании проведенного анализа к опасным и вредным производственными факторам следует отнести:

- опасность поражения электрическим током;
- наличие или выделение вредных веществ при производстве, ремонте или техническом обслуживании устройства;
- наличие статического электричества;

- неправильная компоновка элементов конструкции устройства.

Освещение на рабочем месте имеет большое практическое значение, т.к. плохое освещение не только угнетает организм, отрицательно действуя на нервную систему человека, но и приводит к быстрой утомляемости и снижению работоспособности.

Освещенность должна быть достаточной для быстрого и легкого различения объектов работы, соответствовать характеру производственных функций; не меняться во времени; быть равномерной, без резких теней; между объектом рассмотрения и фоном, на котором рассматривается объект, необходима некоторая контрастность; источник света не должен создавать бликов на объекте рассмотрения и ослеплять работающего.

Шумом называют звуки, мешающие восприятию полезных звуков или нарушающие тишину, а также звуки, оказывающие вредное или раздражающее действие на организм. Шум является одним из наиболее распространенных факторов внешней среды, неблагоприятно воздействующих на организм человека. Шум вредно действует не только на органы слуха, но и на весь организм через центральную нервную систему. Постоянный шум повышает нервное напряжение, вызывает преждевременное утомление работающих и на 10-15% снижает производительность труда.

Характеристикой постоянного шума являются уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц. Характеристикой непостоянного шума является интегральный критерий – эквивалентный (по энергии) уровень звука, дБА. Снижение шума, создаваемого на рабочих местах внутренними источниками, а также шума, проникающего извне, осуществляется следующими методами: уменьшением шума в источнике – замена устаревшего оборудования; акустической обработкой помещений; рациональной планировкой помещения.

Опасное воздействие электрического напряжения определяется током,

протекающим через тело человека под воздействием этого напряжения, который принято измерять в миллиамперах (мА). Электрический ток, проходя через тело человека, может оказывать следующие виды воздействий: биологическое (раздражает и возбуждает живые ткани), термическое (вызывает ожоги тела), механическое (приводит к разрыву тканей), химическое (приводит к электролизу крови).

Характер воздействия электрического тока на человека и тяжесть поражения пострадавшего зависят от многих факторов, таких как величина, длительность воздействия и род тока (постоянный или переменный), его частота и путь прохождения (схема включения в электрическую цепь), окружающая среда и др.

Предельно допустимые уровни для электрического поля (ЭП) токов промышленной частоты устанавливаются ГОСТ 12.1.002-85. Максимально допустимый уровень напряженности ЭП устанавливается равным 25кВ/м. Пребывание в ЭП напряженностью больше 25кВ/м без средств защиты не допускается. Пребывание в ЭП напряженностью до 5кВ/м допускается в течение всего рабочего дня. При напряженности ЭП свыше 20 до 25кВ/ч время пребывания в нем не должно превышать 10мин.

Электробезопасность должна обеспечиваться: конструкцией электроприборов; организационными и техническими мероприятиями; техническими способами и средствами защиты. К ним относятся: защитное заземление; зануление; выравнивание потенциалов; малое напряжение; электрическое разделение сетей; защитное отключение; изоляция токоведущих цепей; изолирующие защитные средства и т.п.

Эффективным средством защиты от воздействия электромагнитных излучений является экранирование источников излучения и рабочего места с помощью экранов, поглощающих или отражающих электромагнитную энергию.

Электроустановки высокого напряжения постоянного тока создают электростатические поля, которые оказывают негативное влияние на людей,

работающих в зоне воздействия электростатического поля.

Основными мерами защиты являются: устройство электропроводящих полов или заземленных зон, помостов и рабочих площадок, заземление ручек дверей.

Влияние электромагнитных полей на организм человека определяется согласно ГОСТ 54-3-2622.75-2000. Предельно допустимое значение плотности потока мощности не должно превышать следующего воздействия на персонал:

- в течение рабочего дня - 1Вт/м^2;
- 10Вт/м^2 - не более двух часов за рабочий день.

По данному показателю устройство позиционирования двух координатной платформы соответствует требованиям и может применяться в рабочем процессе.

Так же при разработке мер по технике безопасности при эксплуатации устройства управления руководствуемся требованиями нормативно-технической документации ГОСТ 13.1.030-81 (1996) «ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление»; ГОСТ 12.1.038-82 (2001) «ССБТ. Электробезопасность. Предельно-допустимые уровни напряжений прикосновения и токов».

Разработанное устройство (микропроцессорная система охранно-пожарной сигнализации) не использует СВЧ-энергии, опасного электрического тока и не требует применения индивидуальных средств защиты, так как, не оказывает вредного влияния на здоровье человека, но при соблюдать все технических правил и норм работы с данным устройством.

Эксплуатация разработанного устройства должна осуществляться инженерно-техническим составом предприятия, имеющим специальную подготовку и допуск (сертификат) к работе на данном виде техники, прошедшим инструктаж по охране труда. Порядок проведения инструктажа на предприятиях регламентирован ГОСТ 120.004-90. [10]

6.4 Требования безопасности во время монтажных работ

При работе в установках напряжением до 1000В без снятия напряжения на токоведущих частях и вблизи них необходимо:

Оградить токоведущие части, к которым возможно случайное прикосновение. Работать в диэлектрических перчатках галошах или стоя на изолирующей подставке либо коврике. Применять инструмент с изолирующими рукоятками. Без применения защитных средств запрещается прикасаться к изоляторам электроустановки, находящейся под напряжением.

Запрещается работать в согнутом положении. Запрещается располагаться так, что бы эти части находились сзади или с обеих боковых сторон.

Устанавливать и снимать предохранители следует, как правило, при снятом напряжении. Под напряжением, но без нагрузки допускается снимать и устанавливать предохранители на присоединениях, в схеме которых отсутствуют коммутационные аппараты.

Под напряжением и под нагрузкой допускается снимать и устанавливать предохранители трансформаторов напряжения и предохранители пробочного типа в установках до 1000 В. (Пользоваться диэлектрическими перчатками, очками)

При выполнении работ в помещениях с повышенной опасностью не разрешается:

Ремонтировать оборудование и сети, находящиеся под напряжением, эксплуатировать оборудование при неисправном защитном заземлении. Оставлять открытыми двери помещений, отделяющих взрывоопасные помещения от других. Работы в условиях повышенной опасности следует осуществлять вдвоем.

Измерение сопротивления изоляции мегаомметром следует осуществлять на полностью обесточенной установке. Перед измерением убедиться в отсутствии напряжения на испытываемом оборудовании. (Запрещается измерение во время грозы).

6.5 Расчет параметров освещения

Показатели микроклимата воздуха рабочей зоны при обслуживании: температура, относительная влажность, интенсивность теплового излучения должны соответствовать СанПиН 2.2.5.548–96 «Санитарным нормам микроклимата в производственных помещениях».

Производственное освещение также является одним из факторов, определяющих благоприятные условия труда. Проектируемое устройство используется в лабораторных условиях. Микроклиматические условия производственных помещений должны удовлетворять требования ГОСТ 12.1.005-88 (2001) «Общие санитарно-гигиенические требования ССБТ, воздух рабочей зоны».

Применяют кондиционирование и обогрев воздуха. Необходимая температура + 23°С; влажность – 70%. В помещении разрешается устанавливать светильники мощностью 40 или 36Вт с использованием ламп с цветовой температурой 3500-4000 градусов К. Стены в помещении должны иметь антистатическое покрытие.

Расчет необходимой освещенности помещения. Этот метод даёт возможность подсчитать световой поток источников света, необходимый для создания нормированной освещённости расчётной горизонтальной поверхности при равномерном распределении светильников с симметричным распределением света.

Данные для расчётов:

E – минимальная нормируемая освещённость, лк;

K – коэффициент запаса (для люминесцентных ламп);

S – площадь помещения кв.м;

Z – средний коэффициент неравномерности распределения освещённости (для люминесцентных ламп);

N – количество светильников;

Расчётное уравнение метода коэффициента использования имеет вид:

$$F = \frac{(E \cdot K \cdot S \cdot Z)}{N \cdot \eta} \quad (5.1.)$$

η - находится в зависимости от величины индекса помещения *i*-коэффициентов отражения от потолка, пола и стен, а также от типа принятого светильника.

Индекс помещения определяется по формуле:

$$I = \frac{S}{h \cdot (A+B)} \quad (5.2.)$$

где *h* – высота;

A и *B* – длина и ширина помещения.

Для расчёта освещённости негоризонтальных поверхностей, а также локализованного и наружного освещения производится различными методами. К ним относится метод удельной мощности, точечный, комбинированный, изолюкс. Наиболее распространённым в проектной практике является расчёт освещения по методу коэффициента использования светового потока.

Одним из главных факторов, влияющих на производительность труда, является освещение рабочей зоны. Освещение соответствующее СНиП II 4-79 (2002) необходимое условие производственной санитарии.

Платы изделия имеют большое количество элементов на малой площади, что требует при техническом обслуживании дополнительную освещенность рабочей зоны. Средняя освещенность рассчитывается по формуле:

$$E_{CP} = \frac{\eta \cdot F_Л \cdot n}{S_k \cdot Z \cdot K} \quad (5.3.)$$

где n – количество ламп, шт.;

$F_Л$ – световой поток, лм;

K – коэффициент запаса;

$''$ – коэффициент использования светового потока;

S_k – площадь рабочей зоны;

Z – поправочный коэффициент.

Проведем расчет для лаборатории

Вид и система освещения - система освещения общая равномерная, вид - рабочее.

Нормируемая освещенность для закрытых складов при хранении в таре - $E_н$ = 400 лк[3].

Коэффициент запаса $K_з$ = 1.3 [3]

Коэффициенты отражения: потолка — 50, стен — 30, пола — 10.

Размеры помещения: $A \times B = 6 \times 3.93$ м. Высота помещения: $h_0 = 2.7 м$

Используем светильники ARS/R 4x18, в одном светильнике 4 люминесцентных лампы мощностью по 18 Вт.

Световой поток лампы 1150 лм

Определим индекс помещения:

$$i = \frac{S}{h(A+B)} = \frac{23.58}{2.7(6+3.93)} = 0.88$$ Зная индекс помещения, а также коэффициенты отражения потолка, стен и пола находим коэффициент использования по [2]:

Коэффициент использования составляет $\eta = 0.43$ [35]

Число требуемых светильников:

$$N = \frac{E_n \cdot S \cdot K_З \cdot Z}{\eta \cdot Ф_Л} = \frac{400 \cdot 23.58 \cdot 1.3 \cdot 1.1}{0.43 \cdot 1150 \cdot 4} = 6.8$$ Коэффициент запаса $K_{зап}$ принимаем равным 1,4. Коэффициент Z, учитывающий равномерность освещения, выбираем 1,2 для светильников с лампами накаливания и 1,2 для люминесцентных светильников согласно рекомендациям [1]. Требуемое количество светильников 7 шт.

Особое место в процессе проектирования занимают требования эргономики и эстетики согласно ГОСТ 12.2.043-80 (1999). Общие требования эргономики: необходимо учитывать закономерности психических и физиологических процессов, лежащих в основе проектируемого устройства.

Удобное размещение устройства в лабораториях, рабочих местах аэропортов, создание благоприятных санитарно-технических условий рационального размещения, дизайн и другие факторы влияют на психологическое состояние персонала и в конечном итоге на качество технического обслуживания.

6.6 Мероприятия пожарной безопасности

Работа по пожарной охране строится в соответствии с «Наставлением по пожарной охране предприятий, организаций и учреждений». Это Наставление определяет основные положения организации и проведения пожарно-профилактической работы, а также обязанности должностных лиц по обеспечению пожарной безопасности производственных объектов и содержанию средств тушения пожара.

Основной задачей профилактической работы на объектах является: устранение причин, которые могут вызвать возникновение пожара; осуществление мероприятий, ограничивающих распространение пожара в случае его возникновения; создание условий для успешной эвакуации людей, ВС, имущества и оборудования при пожаре; проведение мероприятий, обеспечивающих успешную ликвидацию пожара подразделениями пожарной охраны.

При работе с устройством охранной сигнализации основными причинами пожара в соответствии со статистическими данными являются:

-неисправность оборудования и нарушения технологического процесса;

-неисправность и перегрузка (перегрев) отдельных блоков устройства охранной сигнализации;

-неосторожное обращение с огнем (курение и применение открытого огня в запрещенных местах, оставление без присмотра электронагревательных приборов и т.д.);

В узлах и блоках устройства охранной сигнализации, пожарную опасность могут создавать нагревающиеся радиотехнические элементы

(транзисторы, резисторы, трансформаторы и т.д.). Они нагревают окружающую среду и близко расположенные детали и проводники. Все это может привести к разрушению изоляции, коротким замыканиям и возгоранию указанных элементов.

Возможной причиной перегрева и воспламенения оборудования может быть нарушение норм и правил монтажа блоков, приводящее к некачественному выполнению соединений электрических цепей. Поэтому при выполнении монтажных работ на борту ВС необходимо уделять повышенное внимание надежности соединений электрических разъемов.

Дополнительно для обеспечения пожарной безопасности оборудования применяется вентиляция для удаления избытков тепла из внутреннего пространства блока, а также применение негорючих изоляционных материалов (например, политетрафторэтилена).

К числу опасных и вредных факторов, возникающих при пожарах, относятся: открытый огонь, искры, дым, токсичные продукты горения, высокая температура воздуха и оборудования, снижение концентрации кислорода, образование или выход из поврежденной аппаратуры вредных веществ, превышающих предельно допустимые значения.

6.7 Мероприятия по обеспечению электробезопасности

Электробезопасность – система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Электрический ток оказывает термическое, электролитическое и биологическое воздействие. Термическое воздействие проявляется главным образом в ожогах наружных участков тела; электролитическое – в разложении крови и других органических жидкостей; биологическое - в нарушении электрических процессов, протекающих в живой материи, с которыми связана ее жизнедеятельность. Различают два вида электротравм -

внешние и внутренние. К внешним электротравмам относятся: электрический ожог, металлизация кожи, электрические знаки.

Величина тока, протекающего через тело человека, является основным фактором, определяющим исход поражения.

Эффективным средством защиты от случайного прикосновения к токоведущим частям являются электрические и механические блокировочные устройства, а также маркировка проводов, кабелей и жгутов для обозначения их принадлежности к той или иной системе электроснабжения. Маркировка уменьшает вероятность перепутывания проводов при монтаже блоков и узлов, а это, в свою очередь, уменьшает возможность возникновения коротких замыканий, переход напряжений на нетоковедущие части оборудования и конструкцию.

В процессе эксплуатации устройства необходимо осуществлять контроль состояния изоляции. В процессе эксплуатации состояние изоляции ухудшается — снижается ее электрическая и механическая прочность из-за нагревания от протекающего электрического тока и токов короткого замыкания; механического повреждения при ударах, растяжениях, вибрациях; воздействиях низких и высоких температур воздуха, химически активных веществ, топлив, спец. жидкостей, большой влажности или, наоборот, сухости.

Для контроля состояния изоляции необходимо использовать мегаомметры, которые позволяют определить состояние изоляции под номинальным и повышенным напряжением, т.е. в условиях, соответствующих реальным условиям эксплуатации изделий.

Для защиты электроблоков и антенной системы при возникновении коротких замыканий и перегрузок, которые приводят к повреждению изоляции и переходу напряжения на нетоковедущие части оборудования, применяются предохранители и автоматы защиты сети. [31]

Помещение лаборатории согласно ПУЭ является помещением с повышенной опасностью электропоражения, т.к. имеется возможность

одновременного прикосновения человека к металлическим корпусам электрооборудования и имеющим хороший контакт с землей металлоконструкциям, батареям отопления. В лаборатории применяется схема электропитания с глухозаземленной нейтралью. По периметру помещения проложен контур заземления с паспортным измеренным сопротивлением заземления Rз=1.5 Ом, удовлетворяющим требования ГОСТ 12.1.030-81 «Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление».

Персональные компьютеры относятся к классу 1 по способу защиты человека от поражения электрическим током. То есть это «изделия, имеющие, по крайней мере, рабочую изоляцию и элемент заземления». Шнуры электропитания содержат отдельную жилу заземления, и вилку, предназначенную для включения только в розетки, имеющие контакт заземления.

Поскольку в помещении лаборатории сеть электропитания с глухозаземленной нейтралью, то для защиты от поражения электрическим током необходимо применить зануление. Зануление выполняется для того, чтобы при замыкании на корпус или нулевой проводник, возникал ток короткого замыкания, обеспечивающий отключение автомата или плавление плавкой вставки ближайшего предохранителя.

В цепях нулевых защитных проводников не должно быть разъединяющих приспособлений и предохранителей. Допускается применение разъединительных приспособлений, которые одновременно с отключением нулевых рабочих проводников, отключают также все проводники, находящиеся под напряжением. Сопротивление заземляющего устройства, к которому подсоединены выводы однофазного источника электропитания, с учетом естественных заземлителей и повторных заземлителей нулевого провода не более 2,4 Ом.

Нулевые рабочие проводники, а также заземляющее устройство применяемые в лаборатории полностью удовлетворяют вышеперечисленным требованиям.

Проектирование защитного заземления. Рассчитать защитное заземление и зануление U-6; W-40 кВ·А; lв – 20 км; lк – 20 км; грунт – чернозем; R-25 Ом, м; Вид искусственного заземлителя – пруток; Конструкция заземлителя – в ряд; Глубина заземления h – 0,6 м; Длина сети до потребителя L – 3 км; Диаметр фазового/Диаметр нулевого dФ/dН – 8/5,7; Аппаратура защиты – плавкие вставки. Геометрические параметры искусственных заземлителей принять самостоятельно.

Расчет заземления будем проводить в следующей последовательности:

1. Определим допустимое сопротивление заземления. Ток замыкания на землю для смешанных сетей

$$I = U_{Л}(35l_{K} + l_{B})/350 = 6(700 + 20)/350 = 12{,}3\,A$$

Тогда $R_{З} = 250/I = 250/12{,}3 = 20{,}3\,Ом$

2. Определим удельное электрическое сопротивление грунта $\rho = \rho_{T} \cdot \psi$,

где ρ_{T} –удельное электрическое сопротивление грунта, для чернозема $\rho_{T} = 20\,Ом$; ψ – коэффициент сезонности, для Санкт-Петербурга .

$$\rho = \rho_{T} \cdot \psi = 20 \cdot 2 = 40\,Ом \cdot м.$$

3. Сопротивление естественных заземлителей равно $R_{E} = 25\,Ом$

4. Сопротивление искусственных заземлителей

$$R_{И} = \frac{R_{E} \cdot R_{З}}{R_{E} - R_{З}} = \frac{25 \cdot 20{,}3}{4{,}7} = 108\ Ом$$

5. Выберем тип заземлителя и определим его сопротивление. Пример размеры прутка равные L – 2м и d – 0,01 м. Тогда его сопротивление равно

$$R_{B} = \frac{\rho}{\pi l}\left(\ln\frac{2l}{d} + \frac{1}{2}\ln\frac{4h + 3l}{4h + 1}\right) = \frac{40}{3{,}14 \cdot 2}\left(\ln\frac{4}{0{,}01} + \frac{1}{2}\ln\frac{4 \cdot 0{,}6 + 6}{4 \cdot 0{,}6 + 1}\right) = 41 Ом$$

6. Определим необходимое кол-во заземлителей.

$$\frac{R_И}{R_B} = n \cdot \eta_B = \frac{108}{41} = 2{,}6,$$

где η_B – коэффициент, учитывающий взаимное экранирование вертикальных заземлителей. Из табл. 3.3[26] для заземления в ряд определяем $\eta_B = 0.87$ и $n = 3$. Отношение a / l принимаем равным 2, тогда $a = 2 \cdot 2 = 4\ м$ – расстояние между заземлителями.

7. Определим сопротивление заземляющего проводника из стальной полосы заложенной в грунт

$$R_Г = \frac{\rho}{2\pi l_П} \ln \frac{2l_П}{b \cdot h} = \frac{40}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 8{,}4} \ln \frac{2 \cdot 8.4}{4 \cdot 10^{-3} \cdot 0.6} = 6.7\ Ом,$$

где $l_П = 1{,}05 \cdot a(n - 1) = 8{,}4$; a – расстояние между заземлителями; b = 4 мм – ширина заземляющего проводника .

8. Определим общее сопротивление всей системы

$$R_\Sigma = \frac{R_B \cdot R_Г}{R_B \eta_Г + R_Г \eta_B \eta} = \frac{41 \cdot 6.7}{41 \cdot 0{,}89 + 6.7 \cdot 0{,}87 \cdot 2} = \frac{1422}{100{,}4} = 5.7\ Ом,$$

где $\eta_Г$ – коэффициент экранирования заземлителей, определяется по табл. 3.4[26].

Поскольку общее сопротивление меньше требуемого $R_И = 108\ Ом$, то это повысит безопасность. Следовательно принимаем этот результат как окончательный

1. Определим сопротивление проводов

$$S_Ф = \pi r^2 = 3.14 \cdot (4 \cdot 10^{-3})^2 = 50{,}24 \cdot 10^{-6}\ м^2$$

$$S_Н = \pi r^2 = 3.14 \cdot (2{,}85 \cdot 10^{-3})^2 = 25{,}5 \cdot 10^{-6}\ м^2$$

Для снижения стоимости имеет смысл взять провода изготовленные из алюминия, тогда сопротивление рассчитывается по формуле:

$$R_Ф = \frac{\rho l}{S_Ф} = \frac{0{,}0295 \cdot 10^{-6} \cdot 3000}{50{,}24 \cdot 10^{-6}} = 1.76\,Ом$$

$$R_Н = \frac{\rho l}{S_Н} = \frac{0{,}0295 \cdot 10^{-6} \cdot 3000}{25{,}5 \cdot 10^{-6}} = 3{,}4\,Ом$$

$$X_П = 2L \cdot x_\omega = 2 \cdot 3 \cdot 0{,}6 = 3{,}6\,Ом,$$

где ρ –удельное сопротивление алюминия; l – длина сети до потребителя; $X_П$ – полное индуктивное сопротивление петли фаза-нуль; x_ω – удельное индуктивное сопротивление.

2. Полное сопротивление петли фаза-нуль

$$Z_П = \sqrt{(R_Ф + R_Н)^2 + X_П^2} = \sqrt{(1{,}76 + 3{,}4)^2 + 12{,}96} = 6{,}29\ Ом$$

3. Ток короткого замыкания с учетом сопротивления трансформатора $Z_T = 1{,}949$ (табл. 3.7[26]) и фазового напряжения $U_Ф = \frac{U_Л}{\sqrt{3}} = 3{,}52\,кВ$ будет равен

$$I_{КЗ} = \frac{U_Ф}{0{,}33Z_T + Z_П} = \frac{3520}{0{,}64 + 6{,}29} = 507\ A$$

4. В качестве защиты примем плавкую вставку тогда коэффициент надежности будет равен $K = 3$, а номинальный ток

$$I_{НОМ} = \frac{I_{КЗ}}{K} = \frac{507}{3} = 169\ A$$

Подберем вставку с током плавкой вставки 150 А – ПН-2-150

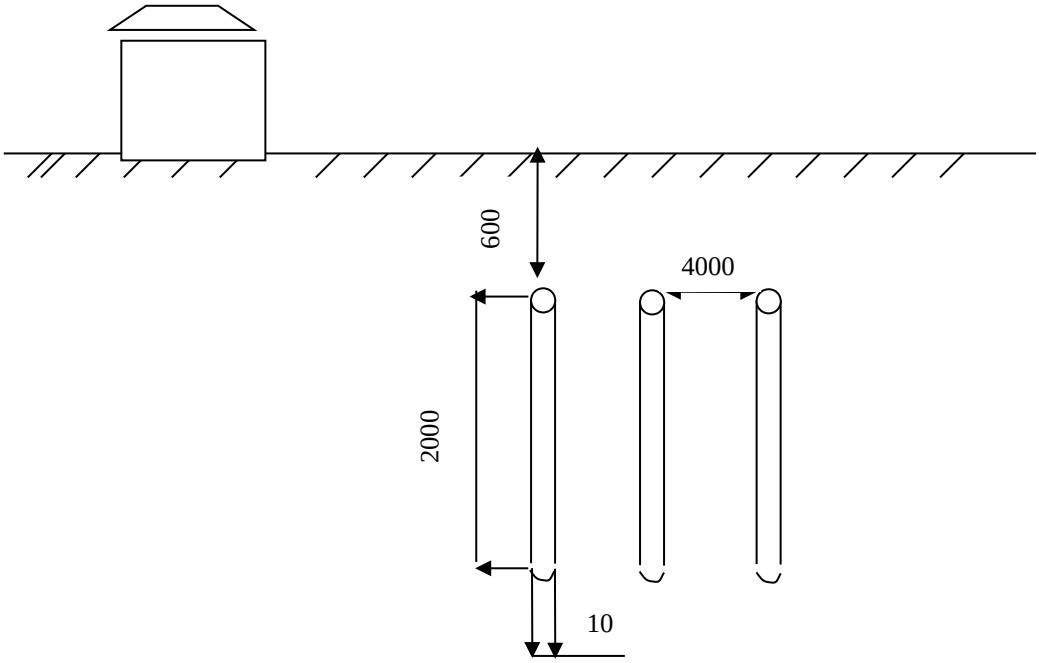


Рисунок 5.2 – Схема защитного зануления

6.8 Экологичность проекта

Одним из главных факторов, влияющих на экологию, является выделение вредных веществ, в процессе изготовления микропроцессорной системы. Так, процесс пайки сопровождается загрязнением парами свинца, окрашивания – парами различных растворителей. Для уменьшения влияния вредных факторов на работников и экологию, а также обеспечения установленных ГОСТ 12.1.005-88 метеорологических условий и чистоты воздуха, производственные помещения должны быть оснащены приточно-вытяжной системой на рабочих местах.

Местная вытяжная вентиляция предназначена для локализации вредных выделений при пайке электроэлементов на печатных платах и предотвращения поступления их в воздух рабочей зоны помещений за счет создания местного отсоса воздуха. Конструктивно она представляет собой комплекс устройств для удаления вредных выделений непосредственно с рабочих мест, перемещение их по воздухопроводу, очистке вентиляционного

воздуха фильтром в целях защиты окружающей среды и выброс его в атмосферу.

В процессе эксплуатации микропроцессорной системы возможен выход из строя отдельных элементов принципиальной схемы. Это требует их замены и утилизации отказавшего оборудования или его элементов, что может привести к дополнительному загрязнению внешней среды. Одним из методов борьбы с загрязнением окружающей среды является создание производства с замкнутым технологическим циклом на основе комбинирования производств различных отраслей народного хозяйства. Этот путь организации производства предполагает использование отходов (например, вышедших из строя микросхем, резисторов, конденсаторов и других элементов) в качестве сырья для другого производства. В настоящее время с помощью новых технологических процессов, вышедшие из строя элементы РЭО перерабатываются и используются далее для других технологических процессов.

Вопросы охраны окружающей среды регламентируются «Системой стандартов в области охраны природы», направленной на обеспечение комплексной регламентации воздействия основных отраслей народного хозяйства на окружающую среду.

Произведем анализ влияния проектируемого устройства на окружающую среду.

Известно, что любой технический процесс характеризуется каким-либо определенным количеством отходов, в определенной степени влияющих на окружающую среду.

При изготовлении разрабатываемой микропроцессорной системы понадобится материал для производства печатных плат. При этом возникнут отходы данного материала, который устойчив к воздействию активных веществ и сохраняется в почве длительное время. Процесс травления печатных плат характеризуется повышенным воздействием на окружающую среду. Образующиеся в ходе этого процесса испарения раствора хлорного

железа неблагоприятно влияют на организм человека. В конечном итоге этот раствор через сточные воды попадает в грунт.

Лужение и пайка контактов и дорожек печатных плат вызывает вредные выделения газов, образующихся при испарении флюсов.

Из проведенного анализа следует, что при изготовлении разрабатываемого устройства необходимо:

— исключить попадание агрессивных и вредных веществ на человека, для чего травление плат производится в хорошо проветриваемом помещении.

— пайку и лужение дорожек печатных плат производить в хорошо проветриваемых помещениях.

— отходы материалов, используемых в процессе изготовления, накапливать в специально отведенных для этого местах. [30]

6.9 Технологический контроль на производстве

Оценка соответствия качества запланированным показателям производится в ходе технического контроля, которому отводится определенное место в системе управления качеством.

Технический контроль - составная часть производственного процесса. Он представляет собой совокупность контрольных операций, проводимых на всех стадиях производства. Технический контроль - это проверка соответствия объекта контроля установленным техническим требованиям.

Организация технического контроля зависит от особенностей изготавливаемой продукции, а также от технологических и организационных факторов производства на каждом машиностроительном предприятии.

Особенности продукции в основном определяются сложностью ее изготовления, требованиями к точности воспроизведения оригиналов. Технологическими факторами являются сложность применяемой технологии; механизация и автоматизация производства, которая повышает устойчивость технологических процессов, ведет к снижению колебаний параметров качества и, таким образом, способствует повышению качества конечной

продукции предприятия; точность и устойчивость технологических операций.

Под точностью технологических операций понимают способность оборудования при заданном технологическом режиме обеспечивать соответствие размеров, формы и других параметров изделия заданным значениям. А устойчивость технологических операций определяется способностью оборудования длительно сохранять требуемую точность параметров качества изделий в процессе их обработки. Так, температурные колебания, разбалансировка оборудования могут привести к потере такой устойчивости.

Организационные виды и формы процессов технического контроля весьма разнообразны. Классификация технического контроля качества продукции приведена в табл. 13.1.

Таблица 5.1 – Классификация технического контроля качества продукции

Классификационные признаки	**Виды и формы технического контроля**
Этап производственного контроля	Входной Операционный Приемочный
Полнота охвата изделий контролем	Сплошной Выборочный
Степень связи с объектом контроля по времени	Периодический Непрерывный
Назначение контроля	Контроль годности изделий Контроль качества продукции Контроль устойчивости процесса
Расположение контрольных пунктов	Скользящее Стационарное
Характер контроля	Активный (предупредительный) Пассивный (заградительный)
Метод определения показателей качества	Расчетный Измерительный (инструментальный, органолептический) Экспертный Социологический
Организационные формы выявления и предупреждения	Летучий Кольцевой Статистический Текущий предупредительный
Исполнители	Самоконтроль Контроль мастеров Контроль ОТК

Функция осуществления технического контроля при производстве устройства охранной сигнализации возлагается на службу качества. На крупных машиностроительных предприятиях в рамках этой службы создается отдел технического контроля (ОТК), работники которого осуществляют весь комплекс работ по техническому контролю в рамках системы менеджмента качества. Руководитель ОТК вместе с директором предприятия несут ответственность за качество выпускаемой продукции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основным предназначением микропроцессорных устройств является выполнение таких функций, как передача информации, управление процессами и преобразование полученной информации. Программируя логику работы, микропроцессорные устройства увеличивают эффективность работы оборудования. Поэтому такие системы сегодня весьма востребованы. В частности, современные системы охранно-пожарной сигнализации, основанные на применении микропроцессорных контрольных панелей.

Целью представленной выпускной квалификационной работы была разработка микропроцессорной системы на базе микроконтроллера для охранно-пожарной сигнализации. В процессе её выполнения были изучены теоретические аспекты разработки микропроцессорных систем, в том числе структура микропроцессорной системы, основные типы и критерии оценки качества, алгоритм и режимы работы микропроцессорных систем. Также рассмотрены принципы построения системы охранно-пожарной сигнализации, ее структура, основные составляющие и способы их взаимодействия, на основании чего была определена структурная схема устройства и в последствие разработаны схема электрическая принципиальная, алгоритм работы, ПО и приведены необходимые технико-экономические расчёты. Была рассчитана себестоимость проектируемого устройства, рентабельность его производства и определена точка безубыточности. При проектировании использовалась современная элементная база, а также применялись последние достижения проектирования охранных систем.

В заключительной части выпускной квалификационной работы рассмотрены возможное влияние используемого оборудования, энергии, и условий работы на человека и окружающую среду и техника безопасности при работе с оборудованием. Были проанализированы опасные и вредные производственные факторы, воздействующие при изготовлении, монтаже и эксплуатации разрабатываемого устройства и даны соответствующие

рекомендации, по обеспечению безопасности при сборке компонентов изделия и электробезопасности.

В результате выполнения поставленных задач была разработана микропроцессорная система ОПС, отличительными чертами которой являются: возможность удаленного контроля и настройки, универсальность и хорошая масштабируемость, низкая, в сравнение с другими системами стоимость, применение различных типов датчиков огня и дыма, что делает данную систему очень универсальной. При разработке конструкции было учтено возможное влияние электромагнитного излучения на результат измерений и предприняты меры для его снижения.

Применение выбранного в соответствии с техническим заданием микроконтроллера ATMega 88 позволило упростить принципиальную схему и расширить функциональные возможности микропроцессорной системы, так как для изменения функций устройства достаточно внести изменения в программу микроконтроллера.

Для написания и отладки ПО была использована среда AVR Studio (интегрированная среда разработки (IDE) для разработки 8-ми и 32-х битных AVR приложений от компании Atmel, работающая в операционных системах Windows NT/2000/XP/Vista/7). Программа работы микроконтроллера написана на языке C++ восьмиразрядных RISC микроконтроллеров семейства AVR фирмы ATMEL .

Результаты моделирования на персональном компьютере показали, что разработанная микропроцессорная система функционирует правильно и выполняет возложенные на нее задачи. Устройство полностью удовлетворяет поставленным требованиям.

Разработанное устройство может применяться на различных объектах, от жилых зданий и торговых центров до производственных цехов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Трамперт В. Измерение, управление и регулирование с помощью AVR–микроконтроллеров.: Пер. с нем.– Киев.: «МК-Пресс», 2006. – 208с.; ил.
2. В. Г. Синилов Системы охранной, пожарной и охранной-пожарной сигнализации. : Учебное пособие М. : Академия, 2010
3. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. : Учебное пособие М. : Издательство Стандартов, 1996
4. С. В. Собурь Установки пожарной сигнализации. : Учебное пособие М.: Пожарная книга, 2012
5. Кравченко А.В. 10 Практических устройств на AVR-микроконтроллерах. Книга 1 – М.:Издательский дом «Додэка-XXI», Киев «МК-Пресс», 2008.–224с.; Ил.
6. Кестер У. Аналогово-цифровое преобразование: Под ред. У. Кестера - М.: Техносфера, 2007. - 1016 с.; ил.
7. Интегральные микросхемы: Микросхемы для аналогово-цифрового преобразования и средств мультимедиа. Выпуск 1 – М. ДОДЭКА, 1996 г., 384 с.
8. Волович Г.И. Схемотехника аналоговых и аналогово-цифровых электронных устройств.– М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2005.– 528 с.
9. ATMEL 8-разрядный AVR-микроконтроллер ATmega 48. datasheet.– atmel, june 2005.– режим доступа: http://atmel.ru.
10. Sentron CSA-1V Current Sensor. datasheet.– sentron, april 2005.– режим доступа: http://www.sentron.ch.
11. MAX 13410E. RS-485 Transceiver. datasheet.– maxim, october 2007.
12. ATMEL 8-разрядный AVR-микроконтроллер ATmega 164. datasheet.– atmel, june 2005.– режим доступа: http://atmel.ru.

13. Счетчики энергии «Меркурий» Режим доступа: http://all-pribors.ru/si/schetchiki-vatt-chasov-aktivnoy-energii-peremennogo-toka-elektronnye-merkuriy-201-47928
14. LM317. 1.2V to 37V voltage regulator. datasheet.– stmicroelectronics, 1998.
15. TLP521. TOSHIBA Photocoupler.–datasheet.– toshiba, september 2002.
16. Никитинский В.З. Маломощные силовые трансформаторы.–М.: «Энергия», 1968.–47 с.
17. Цифровые интегральные микросхемы: Справочник / П. П. Мальцев и др. – М.: Радио и связь, 1994. –240 с.
18. Курсовое и дипломное проектирование: Методические указания для студентов специальностей 190200 и 200700 / В. А. Аржанов, Ю. М. Вешкурцев, И.В. Никонов, М. Г. Семенов. ОмГТУ, Санкт-Петербург. 1997. –44 с.
19. ADM 222/ADM232A/ADM242. RS-232 Drivers/Receivers datasheet.– analog devices, october 2001.
20. Быстродействующие интегральные микросхемы ЦАП и АЦП и измерение их параметров/А.-Й. К. Марцинкявичюс, Э.-А. К. Багданскис, Р.Л.Пошюнас и др.; Под. ред. А.-Й. К Марцинкявичюса, Э.-А. К. Багданскиса.– М.: Радио и связь, 1988.-224 с.; ил.
21. Интегральные микросхемы: Микросхемы для линейных источников питания и их применение. Издание второе, исправленное и дополненное – М. ДОДЭКА, 1998 г., 400 с.
22. Кирьянов Д.В. Самоучитель Mathcad 11. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 560 с.; ил.
23. Типовые нормы времени на разработку конструкторской документации. – 2-е издание., доп. – М.: Экономика, 1991.– 44 с.
24. Мазель Б. Трансформаторы электропитания.– М.: Энергоиздат, 1982.– 78 с.
25. Евстифеев А.В. Микроконтроллеры AVR семейства Mega. Руководство пользователя. – М.: Издательский дом «Додека-XXI», 2007.– 592 с.: ил.

26. Хемминг Р. В. Цифровые фильтры. –М.: Недра, 1987. – 221 с.
27. Рабинер Л., Гоулд Б. Теория и применение цифровой обработки сигналов. –М.: Мир, 1978. –847 с.
28. Баскаков С. И. Радиотехнические цепи и сигналы. –М.: Высшая школа, 1988. – 448 с.
29. Описание интегрированной системы охраны ОРИОН. [Электронный ресурс]//адрес URL: http://www.bolid.ru/production/devices/devices_97.html
30. Описание системы охраны ESSER. [Электронный ресурс]//адрес URL: http://www.ooo-tsb.ru/esser.html
31. Оповещатели. [Электронный ресурс]//адрес URL: http://www.vosduh.ru/dir.php?id=1565
32. Пожарная сигнализация Рубеж-08. [Электронный ресурс]//адрес URL: http://www.sigma-is.ru/articles/R-08-novyj_podhod.html
33. Классификация пожарных извещателей. [Электронный ресурс]//адрес URL: http://www.ingeo-2000.ru/info_slabotochk_20.html
34. Эннс В. Измерительные микросхемы и модули для электронных счетчиков электроэнергии// Chip news.– 2002. №10.– С. 34-36.
35. Эннс В. Измерительные микросхемы для электронных счетчиков электроэнергии// Схемотехника.–2002. №3.–С. 6-9
36. Голуб В. Электронные счетсики электроэнергии// режим доступа: http://chipnews.gaw.ru/html.cgi/arhiv/02_06/9.htm
37. Analog Devices. Application Notes: AN-(AD7750); AN-559 (AD7755). Rev. A;AN-564 (ADE7756). Rev. PrC_R2; AN-578 (ADE7756). Rev. 0, 2001.
38. Аганичев А., Панфилов Д., Плавич М. Цифровые счетчики электрической энергии // Chip News. 2000. № 2. С. 18–22.
39. Описание шины CAN// режим доступа: http://www.itt-ltd.com/reference/ref_can.html

40. Солодянкин С. RS–485 против Ethernet в системах СКУД: попробуем разобраться?// Алгоритм безопасности.–2008. № 4.– С. 32-35
41. Бень Е.А. RS-485 для чайников//2003.– режим доступа: http://www.mayak-bit.narod.ru/index.html
42. Бирюков Н.И. Правильная разводка сетей RS-485// Maxim's Application Note 373.– пер. Бирюков Н.И. 2001
43. Локотков А. Интерфейсы последовательной передачи данных. Стандарты RS-422/RS-485// СТА.– 1997. № 3
44. Катцен С. PIC–микроконтроллеры. Все, что вам нужно знать/пер. с англ. Евстифеева А.В. –М.: Издательский дом «Додека-XXI», 2008.– 656 с. :ил
45. Учебный курс по охране труда// режим доступа: https://websot.jimdo.com
46. Фндиян Э.Э. ПРОБЛЕМЫ ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ОХРАНЫ ТРУДА В ТРУДОВОМ ПРАВЕ // Научное сообщество студентов: МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ: сб. ст. по мат. LVIII междунар. студ. науч.-практ. конф. № 23(58) [Электронный ресурс]//адрес URL: https://sibac.info/archive/meghdis/23(58).
47. Бурькова Е.В. Проектирование микропроцессорных систем: методические указания к курсовому проектированию/Е.В. Бурькова – Оренбург, ГОУ ОГУ, 2008. -32 с.
48. Новиков Ю.В., Скоробогатов П. К. Основы микропроцессорной техники – Издательство: Бином.ЛЗ , 2009 С.: 357
49. Микропроцессорные системы [Электронный ресурс]//адрес URL: https://spravochnick.ru/informatika/arhitektura_personalnogo_kompyutera/mikroprocessornye_sistemy/#obschie-svedeniya-o-mikroprocessornyh-sistemah