

Филиал «Гомельский государственный дорожно-строительный колледж
имени Ленинского комсомола Белоруссии»
Учреждение образования «Республиканский институт профессионального
образования»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению курсового проекта
на тему: «Разработка микроконтроллерного устройства
тестирования цифровой микросхемы»

по учебному предмету:
«Техническая эксплуатация электронных
вычислительных средств»

для учащихся специальности 2-40 02 02 «Электронные
вычислительные средства»

Гомель 2023

Составитель: **Сологубов А. П.**, преподаватель спецпредметов цикла «Электронные вычислительные средства» филиала «Гомельский государственный дорожно-строительный колледж имени Ленинского комсомола Белоруссии» учреждения образования «Республиканский институт профессионального образования»

Обсуждено и одобрено на заседании цикловой комиссии преподавателей учебных предметов профессионального компонента специальности «Электронные вычислительные средства» Протокол № ____ от _____

Председатель цикловой комиссии _____ Е.Н. Баженова

В методических рекомендациях излагается порядок организации курсового проектирования, правила оформления курсовых проектов в соответствии с действующими стандартами в области текстовых документов. Перечисляются составные элементы курсового проекта, даются правила его оформления, подробно отражаются требования к оформлению текста, библиографии, приложений и т.п. Материал сопровождается образцами документов.

Содержание

1. Общие сведения о курсовом проектировании
2. Организация курсового проектирования
3. Состав, содержание и защита проекта
4. Требования к оформлению курсового проекта
5. Требования к оформлению пояснительной записки
- 5.1 Расчётно-проектировочный раздел
- 5.1.1 Назначение и область применения проектируемой МПС
- 5.1.2 Разработка структурной схемы МПС
- 5.1.3 Описание элементной базы
- 5.1.4 Разработка принципиальной схемы МПС
- 5.1.5 Разработка блока питания МПС
- 5.2 Эксплуатационно-технологический раздел
- 5.2.1 Построение диагностических тестов для заданного цифрового устройства
- 5.2.2 Разработка программы тестирования цифрового устройства на языке С
- 5.2.3 Разработка алгоритма поиска и устранения неисправностей МПС
- 5.2.4 Разработка технологической инструкции технической эксплуатации МПС
- 5.3 Энерго – и материалосбережение
- 5.4 Охрана труда
- 5.5 Охрана окружающей среды
- 5.6. Заключение
- 5.7. Список литературы

1. Общие сведения о курсовом проектировании

Курсовое проектирование – один из видов самостоятельной работы учащихся, представляющий собой решение учебной, конструкторской или технологической задачи по изучаемому предмету в соответствии с установленными к курсовому проекту требованиями. Курсовое проектирование является одним из обязательных элементов подготовки специалистов со средним специальным образованием и подготовительным этапом к выполнению дипломного проекта. Это одна из форм текущей аттестации учащегося по учебному предмету.

Курсовой проект (КП) – учебный проект, ограниченный предметной областью учебного предмета, логически предшествующий ей, направленный на решение конструкторских или технологических задач.

КП предполагает анализ проблемной ситуации, генерацию возможных путей ее разрешения, обоснование рационального варианта решения, выполнение расчетных, исследовательских, конструкторских, технологических, программных и других работ, включая обязательную разработку комплекта или отдельных элементов технической документации либо создание образцов готовой продукции, ее элементов (например, программ для ЭВМ).

Целью курсового проектирования является закрепление полученных знаний при изучении теоретической части курса и приобретение практических навыков проектирования.

Цель достигается исполнением проекта по исходному техническому заданию, которым предусматривается:

- анализ ограничений и степени свободы выбора решений;
- принятие и аргументация технических решений по аппаратному составу и процессу управления;
- проектированием функциональной схемы, алгоритма, и программы управления контроллера;
- подготовкой комплекта конструкторских документов на контроллер с учетом требований действующих стандартов.

2. Организация курсового проектирования

Руководство курсовым проектированием начинается с выдачи задания на проект.

Задание по курсовому проекту должно быть выдано учащемуся не позднее, чем за месяц до предполагаемой защиты.

Задание по курсовому проекту оформляется на бланке установленного образца (Приложение 1).

В задании по курсовому проекту руководитель должен четко сформулировать исходные данные для выполнения расчетов, установить объем и содержание пояснительной записки и графической части, указать конкретные сроки выполнения этапов работы над курсовым проектом.

Допускается выполнение курсовых проектов по одной теме, с одним объектом, предметом исследования, но с различными исходными данными для выполнения расчетов, решения инженерно-конструкторских задач.

Для формирования у учащихся умений и навыков работы в команде возможна выдача группового задания, предусматривающего работу нескольких учащихся над одним курсовым проектом. В этом случае каждому из них должен быть установлен индивидуальный объем задач в соответствии с объемом и уровнем общих требований.

Допускаются «сквозные» задания, отдельные аспекты которых учащийся выполняет в течение нескольких семестров по нескольким, следующим друг за другом, предметам, и которые могут входить в состав задания на дипломный проект.

Задание подписывается руководителем курсового проекта и учащимся, указывается дата выдачи и утверждается председателем цикловой комиссии.

В ходе руководства курсовым проектированием учащихся, преподаватель проводит групповые занятия (20 часов), которые вставлены в сетку расписания, и по мере необходимости индивидуальные и групповые консультации. Работа над курсовым проектом ведётся в строгом соответствии с графиком, приведенным в техническом задании на проектировании.

Учащийся обязан после каждого этапа проектирования представлять преподавателю промежуточный объем работ на проверку. Руководитель проверяет сделанную работу, указывает ошибки и дает рекомендации по их исправлению.

3. Состав, содержание и защита проекта

Курсовой проект состоит из пояснительной записки, содержащей расчетно-графическую часть и графической части.

Пояснительная записка представляет собой текстовый конструкторский (технологический) документ, содержащий технические расчеты и описание проектируемого объекта, принцип его действия, обоснование принятых технических, технологических и технико-экономических решений.

Пояснительная записка к курсовому проекту, как правило, должна включать следующие элементы:

- титульный лист;
- рецензия на курсовой проект;
- задание на курсовой проект;
- содержание;

Введение

1 Расчётно-проектировочный раздел

1.1 Назначение и область применения проектируемой МПС

1.2 Разработка структурной схемы МПС

1.3 Описание элементной базы

1.4 Разработка принципиальной схемы МПС

1.5 Разработка блока питания МПС

2 Эксплуатационно-технологический раздел

2.1 Построение диагностических тестов для заданного цифрового устройства

2.2 Разработка программы тестирования цифрового устройства на языке С

2.3 Разработка алгоритма поиска и устранения неисправностей МПС

2.4 Разработка технологической инструкции технической эксплуатации МПС

3 Энерго – и материалосбережение

4 Охрана труда

5 Охрана окружающей среды

Заключение

Список литературы

Графическая часть проекта:

1. Схема электрическая принципиальная

2. Схема электрическая структурная

3. Таблица состояние и условное графическое обозначение ИМС

Законченный и подписанный учащимся проект (пояснительная записка и чертежи) сдается руководителю за два-три дня до защиты проекта. После

проверки чертежей и пояснительной записки руководитель подписывает документы проекта и назначает срок защиты. В случае необходимости руководитель фиксирует замечания по проекту для доработки или к защите проекта.

Если проект возвращается на доработку, то после доработки проект должен быть возвращен с предыдущими замечаниями.

Перед защитой проект возвращается учащемуся для ознакомления с замечаниями.

На доклад по защите проекта отводится 5-7 минут. В докладе следует обосновать состав, содержание и результаты выполненных работ по проектированию аппаратных и программных средств контроллера. В ходе защиты автору проекта могут быть заданы вопросы по содержанию проекта и теоретическим разделам предмета.

По итогам защиты комиссия принимает решение по оценке проекта. Оценка проекта объявляется по завершению заседания комиссии и проставляется в зачетной книжке учащегося.

В случае неудовлетворительной защиты проект возвращается на доработку и в последующем представляется на общих основаниях к защите.

4. Требования к оформлению курсового проекта

4.1. Пояснительная записка пишется от руки чернилами или шариковой ручкой на одной стороне листа писчей бумаги или печатается на ПЭВМ. Листы пояснительной записки должны иметь сквозную нумерацию. Формат листа пояснительной записки А4: 210х297 мм. Поля: правое не менее 5 мм, левое – не менее 20 мм. Курсовой проект (работа) может быть выполнен (в соответствии с ГОСТ 2.105) - с применением печатающих и графических устройств вывода ЭВМ (ГОСТ 2.004) - шрифтом TimesNewRoman черного цвета с высотой 14мм, через 1,0 интервал на усмотрение цикловой комиссии. Абзацы в тексте начинают отступом 15-17 пт, одинаковым по всему тексту.

4.2 Вписывать в отпечатанный текст отдельные слова, формулы, условные знаки, а также выполнять иллюстрации следует черными чернилами (пастой, тушью). Для выполнения иллюстрации разрешается использовать графические редакторы, фотографии, ксерокопии и т.п. При использовании стандартного текстового редактора формулы могут быть оформлены с помощью средств этого редактора.

4.3 Опечатки и описки допускается исправлять подчисткой или закрашиванием белой краской и нанесением на том же месте исправлений рукописным способом черными чернилами (пастой, тушью).

4.4 Повреждения листов, помарки и следы прежнего текста не допускаются.

4.5 **Текст пояснительной записки** курсового проекта (работы) разделяют на **разделы, подразделы и пункты**. Более детализированное деление нецелесообразно. Разделы (подразделы), могут состоять из одного или нескольких подразделов (пунктов).

4.6 **Разделы** нумеруются арабскими цифрами без точки в пределах всего курсового проекта (работы) и записываются с абзацного отступа. В конце номера раздела точка не ставится. Заголовки разделов следует писать прописными буквами.

4.7 **Каждый раздел** пояснительной записки курсового проекта (работы) необходимо начинать **с нового листа**.

4.8 **Подразделы** должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела и записываются с абзацного отступа. Номер подраздела состоит из номера раздела и подраздела, разделенных точкой (например:1.1). В конце номера подраздела точка не ставится. Заголовки подразделов следует писать, начиная с прописной буквы строчными буквами.

4.9 **Разделы и подразделы** должны иметь **заголовки**. Заголовки должны четко и кратко отражать содержание разделов, подразделов. Переносы слов в заголовках не допускаются. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. Точка в конце заголовка раздела, подраздела не ставится, название не подчеркивается. Расстояние между заголовком и текстом при выполнении пояснительной записки курсового

проекта (работы) должно быть равно 1 межстрочный интервал, расстояние между заголовками раздела и подраздела – 1 межстрочный интервал.

4.10 Пункты нумеруются в пределах подраздела. Номер пункта состоит из номеров подраздела и пункта, разделенных точкой (например: 1.1.1) и записывают с абзацного отступа. **Пункты, как правило, заголовков не имеют.**

4.11 Внутри пунктов могут быть приведены **перечисления**. Перед каждой позицией перечисления следует ставить тире или, при необходимости ссылки в тексте пояснительной записки курсового проекта (работы) на одно из перечислений, строчную букву, после которой ставится скобка. Для дальнейшей детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры, после которых ставится скобка, а запись производится с абзацного отступа.

Пример:

- а) _____;
- б) _____
 - 1) _____;
 - 2) _____;
- в) _____.

4.12 Заголовки структурных элементов:

содержание;

введение;

заключение;

список использованных источников;

приложения не нумеруют, записывают симметрично тексту прописными буквами.

4.13 Нумерация страниц курсового проекта (работы) и приложений, входящих в ее состав, должна быть сквозная. Первой страницей курсового проекта (работы) является титульный лист. Номера страниц на титульном листе и Задании для курсового проекта (работы) не ставятся, но включаются в общую нумерацию страниц.

4.14 Структурный элемент “список использованных источников” выполняется в порядке упоминания источников в тексте и может (при необходимости) содержать отдельной рубрикой список нормативных ссылок. Библиографические описания источников приводят в соответствии с ГОСТ 7.1 и ГОСТ 7.82 (Приложение Ж).

4.15 В курсовом проекте (работе) следует применять стандартизованные **единицы физических величин**, их наименования и обозначения в соответствии с ГОСТ 8.417.

4.16 В формулах в качестве символов следует применять обозначения, установленные соответствующими государственными стандартами. Пояснения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, если они не пояснены ранее в тексте, должны быть приведены непосредственно под формулой.

Пояснения каждого символа следует давать с новой строки в той последовательности, в которой символы приведены в формуле. Первая строка пояснения должна начинаться со слова “где” без двоеточия после него.

Формулы, следующие одна за другой и не разделенные текстом, разделяют запятой.

Переносить формулы на следующую строку допускается только на знаках выполняемых операций, причем знак в начале следующей строки повторяют. При переносе формулы на знаке умножения применяют знак “х”.

Формулы должны нумероваться в пределах раздела арабскими цифрами, которые записывают на уровне формулы справа в круглых скобках. Номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой, например, (3.2). Одну формулу обозначают – (1) или (3.1).

Формулы в приложениях нумеруются в пределах каждого приложения с добавлением обозначения приложения – (В.1). Ссылки в тексте на порядковые номера формул дают в скобках, например, “ в формуле (1)”.

4.17 Примечания приводят в курсовом проекте (работе), если необходимы пояснения или справочные данные к содержанию текста, таблиц или графического материала.

Примечания не должны содержать требования.

Примечания следует помещать непосредственно после текстового, графического материала или в таблице, к которым относятся эти примечания.

Слово “Примечание” пишется с прописной буквы с абзаца. Если примечание одно, то его не нумеруют. После слова “Примечание” ставится тире и приводится текст примечания, начиная с прописной буквы.

Пример

Примечание - _____.

Несколько примечаний нумеруют по порядку арабскими цифрами.

Пример

Примечания

1 _____.

2 _____.

Примечание к таблице помещают в конце таблицы под линией, обозначающей окончание таблицы.

4.18 При написании курсового проекта (работы) учащийся обязан давать **ссылки** на источники, материалы или отдельные результаты, которые приводятся в работе. Такие ссылки дают возможность разыскать документы и проверить достоверность сведений о цитировании документа, дают необходимую информацию о нем, позволяют получить представление о его содержании, языке текста, объеме.

Ссылки на использованные литературные источники должны нумероваться арабскими цифрами по порядку упоминания в тексте и помещаться в квадратные скобки. В том месте дипломной работы, где дается ссылка, необходимо указать номер источника в списке, номера страниц, на которые дается ссылка. Ссылка заключается в квадратные скобки. Например:

[14, с. 26, табл. 2] (здесь 14 – номер источника в списке, 26 – номер страницы, 2 – номер таблицы).

В курсовом проекте (работе) допускаются ссылки на разделы, подразделы и пункты самой дипломной работы, например, “. согласно разделу 1”, а также на действующие государственные стандарты, технические условия и другие документы при условии, что они полностью и однозначно определяют соответствующие требования. Ссылки на иллюстрации дипломной работы указывают порядковым номером иллюстрации, например, “На рисунке 1.2.” или “(рисунок 1.2)”.

Ссылки на формулы курсового проекта указывают порядковым номером формулы в скобках, например “в формуле (2.1)” или “(2.1)”.

На все таблицы курсового проекта (работы) должны быть ссылки в тексте, при этом слово “таблица” в тексте пишут полностью, например: “...в таблице 1.2” или “(таблица 1.2)”.

4.19 Оформление приложений и иллюстраций пояснительной записки курсового проекта (работы)

Материал, дополняющий текст курсового проекта, допускается помещать **в приложениях**, которые оформляют как продолжение курсового проекта. Допускается оформлять приложение на листах формата А3.

Каждое приложение следует начинать **с нового листа** с указанием наверху посередине страницы слова “ПРИЛОЖЕНИЕ” и его обозначения.

В тексте курсового проекта на все приложения должны быть даны **ссылки**, например, “...в приложении А”. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте.

Все приложения должны быть **перечислены в содержании** курсового проекта (работы) с обозначениями и наименованиями.

Иллюстрации должны иметь наименование и, при необходимости, пояснительные данные (подрисуночный текст). Слово “Рисунок”, номер и наименование помещают после рисунка и пояснительных данных (если имеются),

например, “Рисунок 1 – Комплексный анализ образовательного процесса”. На иллюстрации, изображающей составные части изделия, должны быть в возрастающем порядке указаны номера позиций этих составных частей в пределах данной иллюстрации.

Номер и наименование каждой составной части приводится в подрисуночном тексте. Остальные требования к выполнению иллюстраций – в соответствии с ГОСТ 2.105.

4.20 Построение таблиц в курсовом проекте

Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. **Таблицу**, в зависимости от ее размера, **помещают под текстом**, в котором впервые дана ссылка на нее, или на следующей странице, а, при необходимости – в приложении. Допускается помещать таблицу вдоль длинной стороны листа.

Таблицы следует **нумеровать** в пределах раздела арабскими цифрами. Номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой, например, “Таблица 3.2”. Если таблица одна, то она обозначается “Таблица 1” или “Таблица 3.1”. Таблицы каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Например, “Таблица А.3”.

На все таблицы курсового проекта (работы) должны быть сделаны **ссылки в тексте**. При ссылках на таблицы следует писать: “...по таблице 2”.

Слово “Таблица” с номером указывают один раз слева над первой частью таблицы. **При переносе части таблицы** на другую страницу над другими частями слева пишут слова “Продолжение таблицы” с указанием номера таблицы. Над последней частью таблицы слева пишут слова “Окончание таблицы” с указанием номера таблицы. При переносе части таблицы на другую страницу допускается нумеровать арабскими цифрами графы таблицы, не повторяя их наименования.

Название таблицы, при ее наличии, должно отражать содержание, быть точным и кратким. Название следует помещать над таблицей сразу после номера таблицы. При переносе части таблицы на другую страницу название помещают только над первой частью таблицы.

Цифровой материал, как правило, оформляют в виде таблиц в соответствии с рисунком 2.

Таблица _____

номер

наименование таблицы

При наличии небольшого по объему цифрового материала его нецелесообразно оформлять таблицей, а следует давать текстом, располагая цифровые данные в виде колонок.

Высота строк таблицы должна быть не менее 8 мм.

Оформление пояснительной записки и практической части должно удовлетворять требованиям ГОСТ 21.101-91 “Основные требования к рабочей документации” и ГОСТ 2.105-95 “Общие требования к текстовым документам”.

4.21 Пояснительная записка должна быть сброшюрована, иметь обложку и титульный лист, оформленные в соответствии с приложениями Б, В к настоящей инструкции.

4.22 Все конструкторские чертежи и технологические схемы выполняются на ватмане, кальке, миллиметровой бумаге в карандаше, тушью с помощью чертежных приборов или с использованием машинной графики.

5. Требования к оформлению пояснительной записки

Введение

Во введении должны быть сформулированы цель и задачи курсового проекта, кратко охарактеризовано содержание работы, должна быть дана оценка современного состояния решаемой задачи, актуальность и новизна темы.

5.1. Расчётно-проектировочный раздел

Цель: описать назначение микроконтроллерного устройства тестирования цифровой микросхемы;

на основании задания курсового проектирования разработать структурную схему устройства;

описать элементную базу, на которой будет выполнено проектируемое устройство;

разработать электрическую принципиальную схему отдельных узлов и устройства в целом;

произвести расчет всех элементов разрабатываемого устройства (блока цифровой индикации, блока диодной индикации, транзисторного ключа, блока питания МПС).

Для разработки микроконтроллерного устройства тестирования цифровой микросхемы необходимо знать следующие исходные данные:

- тип микроконтроллера – по варианту;
- тактовая частота работы микроконтроллера – по варианту;
- метод получения сегментного кода – по варианту;
- тип тестируемой микросхемы – по варианту;
- язык программирования – С;
- режимы тестирования – пошаговый и автоматический.

Варианты исходных данных к курсовой работе:

Тип микроконтроллера:

- 1 вариант – Atmega16;
- 2 вариант – Atmega32;
- 3 вариант – Atmega64;
- 4 вариант – Atmega128.

Тактовая частота работы микроконтроллера:

- 1 вариант – 2 МГц;
- 2 вариант – 4 МГц;
- 3 вариант – 8 МГц.

Метод получения сегментного кода:

1 вариант – программный;

2 вариант – аппаратный.

Таблица 1.1 – Тип тестируемой микросхемы

Номер варианта	Тестируемая ИМС	Аналог Тестируемо й ИМС	Номер варианта	Тестируемая ИМС	Аналог Тестируемой ИМС
1	K155ЛА2	SN7430N	29	K555ИЕ15	74LS197
2	KP1533ЛН1	74ALS04	30	K155ИД4	74155
3	K555ТМ8	SN74LS175	31	K155ТВ1	7472
4	K530ИД7	74ALS138	32	K155ИЕ6	74192
5	K555ЛР11	SN74LS51	33	K155КП2	74153
6	K555ЛР13	SN74LS54	34	K555ТР2	74LS279
7	KP1533ИП4	74182	35	K531ТВ10	74S113
8	K555ИБ1	SN74LS148	36	K155ЛА4	7410
9	KP1533ИД4	74LS155	37	K555ЛЕ1	74LS02
10	K555ТМ9	74LS174	38	K555ЛЕ4	74LS279
11	K555ИР10	SN74LS166	39	K555ЛИ1	74LS08
12	K155ИЕ9	74160	40	KP1533ИП5	74LS86
13	K155ИЕ14	SN74196N	41	K155ЛА3	7400
14	K531ИЕ16	SN74S168N	42	K155ТМ8	74175
15	K555ИЕ19	74LS393	43	K555ИР10	74LS166
16	K155ИМ6	SN74LS283	44	K555ТВ6	74LS107
17	K155ЛР4	SN7455	45	K555ЛА2	74LS30
18	K555СП1	SN74LS85	46	KP1533ЛИ3	74ALS11
19	K155ИР1	7495	47	KP1533ТР2	74LS279
20	K155ЛИ1	SN7408N	48	K555ИЕ13	74LS191
21	K555ЛИ6	SN74LS21	49	K555ИР11А	74LS194А
22	K155ТВ9	74LS112	50	K155ЛА12	7437
23	K155ТВ15	74109	51	K555ЛР4	74LS55
24	K555ИЕ14	74LS196	52	K530ЛР9	74S64
25	K155ИЕ7	74193	53	K555ЛН1	74LS04
26	K555ИБ3	74LS147	54	K155ИП2	74180
27	KP1533ИД7	74138	55	K155ИМ2	7482
28	KP1533ИЕ1 0	74НС161			

5.1.1. Назначение и область применения проектируемой МПС

В данном подразделе необходимо описать назначение микроконтроллерного устройства тестирования цифровой микросхемы, его область применения, преимущества и недостатки разработки по сравнению с аналогичными устройствами, описать серию, к которой относится тестируемая микросхема.

5.1.2. Разработка структурной схемы МПС

На основании задания курсового проектирования разрабатывается структурная схема устройства. Приводится обоснование выбранного решения, поясняется принцип работы устройства. В данном разделе обязательно должна быть приведена структурная схема разрабатываемого устройства и краткое описание работы устройства.

Назначение блоков структурной схемы:

- микроконтроллер (МК) – осуществляет управление работой всей системы;
- блок сопряжения (БС) – предназначен для подключения тестируемой ИМС к процессорной системе (управление подачей питания, защита выводов микроконтроллера от статических разрядов и других негативных факторов, приводящих к дефектам радиоэлементов);
- блок управления (БУ) – управляет режимами работы микропроцессорной системы;
- блок питания (БП) – предназначен для питания всей системы;
- блок диодной индикации (БДИ) – предназначен для отображения результатов тестирования в двоичном коде для сравнения состояний микросхемы с таблицей эталонных состояний;
- блок цифровой индикации (БЦИ) – предназначен для отображения режимов работы и результатов тестирования в понятном для человек виде.

Принцип работы системы заключается в том, что блок микроконтроллера из тестируемой микросхемы через блок сопряжения подается двоичный код, отображающий работу тестируемой ИМС. Через блок управления происходит выбор вида тестируемой ИМС и тип теста, на основе которого блок микроконтроллера производит проверку. Результаты работы системы отображаются в блоке диодной индикации в двоичном коде, а также, для простоты считывания, в блоке цифровой индикации в семисегментном коде.

5.1.3. Описание элементной базы

После составления структурной схемы необходимо описать элементную базу, на которой будет выполнено проектируемое устройство. Определяются основные параметры устройства в целом и основных элементов структурной схемы. Должна быть использована современная элементная база. Типы активных и пассивных элементов выбираются так, чтобы обеспечить требуемые параметры разрабатываемого устройства. В этом разделе должен быть описан каждый элемент разрабатываемого устройства, представлено его условно-графическое обозначение, перечислены и описаны основные электрические параметры элементов.

Пример:

Разрабатываемое устройство должно быть построено на базе микроконтроллера ATMega48. Данное устройство представляет собой высокопроизводительный 8-и битный КМОП микроконтроллер с AVR RISC архитектурой, с малым энергопотреблением и максимальной тактовой частотой 20 МГц. Выполняя команды за один цикл, ATMega48 достигает производительности 1 MIPS при частоте задающего генератора 1 МГц, что позволяет разработчику оптимизировать отношение потребления к производительности. Условно-графическое обозначение микроконтроллера представлено на рисунке 1.2.

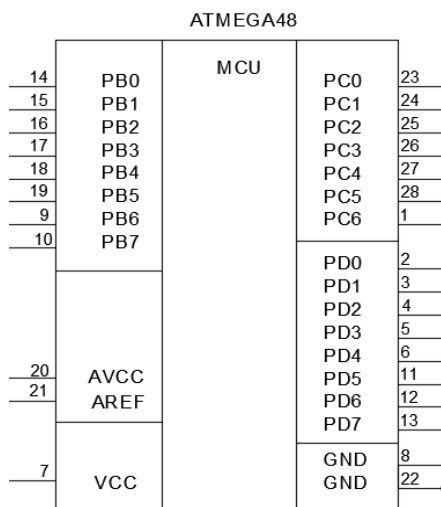


Рисунок 1.2 – Условно-графическое изображение МК ATmega48

В таблице 1.2 представлены основные электрические параметры микроконтроллера.

Таблица 1.2 – Параметры МК ATmega48

EEPROM, байт	АЦП	$U_{\text{вх}}$ предельное, В	$U_{\text{вх}}$ Реком., В	ОЗУ, байт	Мах тактовая частота, МГц	Flash-п амять, кБ	Программируемые порты ввода-вывода
-----------------	-----	-------------------------------------	---------------------------------	--------------	------------------------------------	-------------------------	--

256	6x10bit 2x8bit	5,5	4,5-5	512	20	4	23
-----	-------------------	-----	-------	-----	----	---	----

Микроконтроллер AVR имеет возможность работы от встроенного RC-генератора. Для выбора тактовой частоты встроенного RC-генератора необходимо произвести настройку и установку FUSE-битов. В таблице 1.3 и 1.4 представлено описание FUSE-BITS для выбора источника тактовой частоты.

Таблица 1.3 — Описание FUSE-BITS.

Нижний Fuse-bite	Bit №	Описание	Значение по умолчанию
BODLEVEL	7	Делитель частоты на 8	0(установленная)
BODEN	6	Подключение тактового генератора к порту B0	1(не установленная)
SUT1	5	Задают скорость старта МК после снятия RESET или подачи питания	1(не установленная)
SUT0	4	Задают скорость старта МК после снятия RESET или подачи питания	0(установлен)
CKSEL3	3	Биты отвечающие за источник тактов	0(установлен)
CKSEL2	2	Биты отвечающие за источник тактов	0(установлен)
CKSEL1	1	Биты отвечающие за источник тактов	1(не установленная)
CKSEL0	0	Биты отвечающие за источник тактов	0(установлен)

Устройство поставляется производителем, настроенным на внутренний RC-генератор с частотой 8 МГц и запрограммированным FUSE-битом CKDIV8. Эта комбинация задает требуемую тактовую частоту равную 1 МГц.

Таблица 1.4 — Выбор параметров синхронизации устройства

Параметры синхронизации устройства	CKSEL3..0
Маломощный кварцевый генератор	1111-1000
Мощный генератор	0111-0110
Низкочастотный кварцевый генератор	0101-0100
Внутренний RC генератор 128 кГц	0011
Калиброванный внутренний RC генератор	0010
Внешний генератор	0000
Резерв	0001

Устройство поставляется с настроенным на внутренний RC-генератор с частотой 8 МГц и запрограммированным Fuse-битом CKDIV8. Эта комбинация задает тактовую частоту 1 МГц.

Условно графическое обозначение регистра КР1533ИР33 представлено на рисунке 1.3.

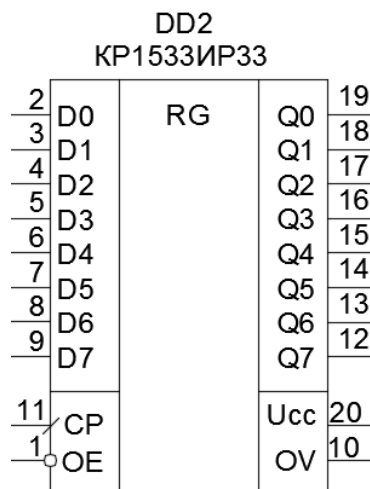


Рисунок 1.3 – Условно-графическое обозначение КР1533ИР33

В таблице 1.5 представлены основные электрические параметры регистра КР1533ИР33.

Таблица 1.5 – Параметры микросхемы КР1533ИР33

Параметры	Значения
Номинальное напряжение питания	5 В
Выходное напряжение низкого уровня	0.5 В
Выходное напряжение высокого уровня	2.5 В
Ток потребления	27 мА

Максимальное напряжение, подаваемое на вход	5.5 В
---	-------

Тестируемая микросхема К555ЛР13 представляет собой логический элемент (2-3-3-2) И-ИЛИ-НЕ. Условное графическое обозначение и цоколёвка представлены на рисунке 1.5. В таблице 1.6 представлены параметры тестируемой ИМС.

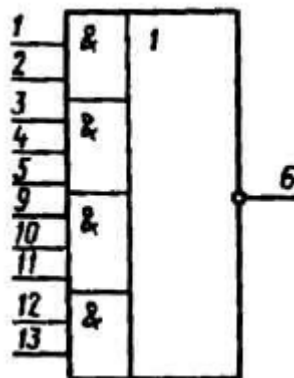


Рисунок 1.5 – Условно-графическое изображение ИМС К555ЛР13

Таблица 1.6 – Параметры микросхемы К555ЛР13

Параметры	Значения
Номинальное напряжение питания	5 В $\pm$ 5 %
Выходное напряжение низкого уровня	не более 0,4 В
Выходное напряжение высокого уровня	не менее 2,7 В
Входной ток низкого уровня	не более -0,4 мА
Входной ток высокого уровня	не более 0,02 мА
Входной пробивной ток	не более 1 мА
Ток короткого замыкания	-18 мА
Ток потребления	не более 1,6 мА
Потребляемая статическая мощность	не более 9,5 мВт
Время задержки распространения при включении	не более 20 нс
Время задержки распространения при выключении	не более 20 нс

Блок индикации разработан на базе семисегментного индикатора КЛЦ401А и маломощных светодиодов ЗЛ341. В таблице 1.7 представлены основные электрические параметры семисегментного индикатора КЛЦ401А.

Таблица 1.7 – Параметры индикатора КЛЦ401А

Параметры	Значения
Номинальное напряжение питания	не более 5 В
Ток потребления	не более 25 мА
Потребляемая статическая мощность	не более 540 мВт

В таблице 1.8 представлены основные электрические параметры светодиодов ЗЛ341.

Таблица 1.8 – Параметры светодиодов ЗЛ341

Параметры	Значения
Номинальное напряжение питания	не более 5 В
Ток потребления	не более 22 мА
Потребляемая статическая мощность	не более 50 мВт

Транзисторный ключ для управления питанием разработан на базе транзистора BD136, основные электрические параметры которого представлены в таблице 1.9.

Таблица 1.9 – Параметры транзистора BD136

Параметры	Значения
Максимальное напряжение коллектор-база	45 В
Максимальное напряжение коллектор-эмиттер	45 В
Максимальное напряжение эмиттер-база	5 В
Максимальный ток коллектора	1,5 А
Максимальный ток базы	0,5 А

В качестве токоограничительных резисторов используются маломощные резисторы с малодиэлектрическим проводящим слоем серии МЛТ, основные электрические параметры которых представлены в таблице 1.10.

Таблица 1.10 – Параметры резисторов серии МЛТ

Параметры	Значения
Максимальное рабочее напряжение	250 В
Максимальная мощность	0,125 Вт
Макс. отклонение от номинального сопротивления	2%

Для блока управления использованы кнопочные переключатели с возвратом PB22E07, основные электрические параметры которых представлены в таблице 1.11.

Таблица 1.11 – Параметры переключателей PB22E07

Параметры	Значения
Максимальное рабочее напряжение	30 В
Максимальный рабочий ток	0,1 А

5.1.4. Разработка принципиальной схемы МПС

На основе структурной схемы разрабатывается электрическая принципиальная схема отдельных узлов и устройства в целом. В этом разделе должен быть произведен расчет всех элементов разрабатываемого устройства.

Пример: Разработка и расчет блока цифровой индикации

Блок цифровой индикации разработан на базе драйвера семисегментного индикатора АЛС324А с общим катодом (рисунок 1.6):

- прямой средний ток через один сегмент $I_{пр}=20 \text{ mA}$.
- прямое падение напряжения на одном сегменте $U_{пр}=2,5 \text{ В}$
-

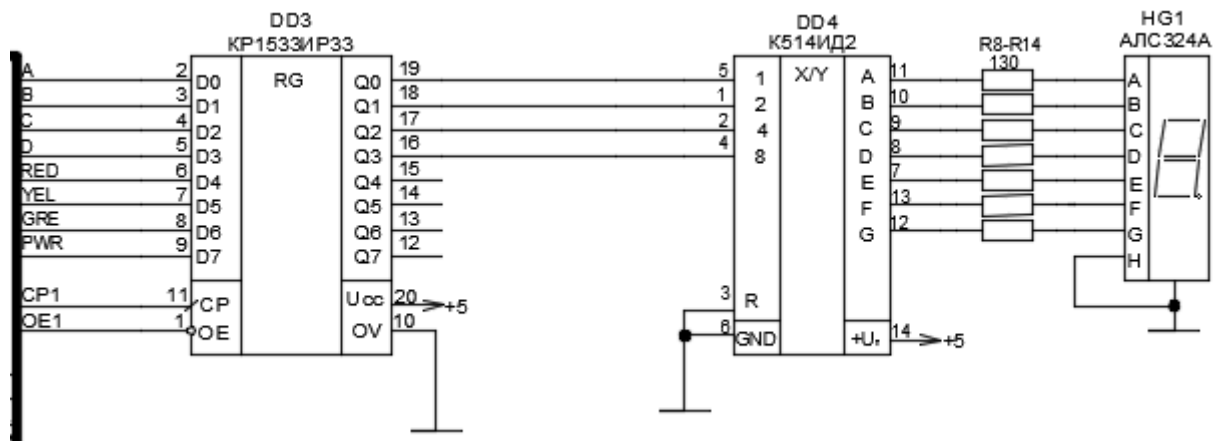


Рисунок 1.6 – Принципиальная схема программной кодировки

BCD-код для индикации формируется на портах МК PD4-PD7. Для хранения кода используется буферный регистр типа KP1533ИР33. Для преобразования BCD-кода в семисегментный прямой код используется преобразователь кода DD4 K514ИД2.

Токоограничительные резисторы R8-R14 выбираются из условия:

$$R \geq \frac{U_{пр} - U_{вых}^0}{I_{пр}} \quad (1.1)$$

Где, $U_{пр}$ – прямое падение напряжения на одном сегменте;

$U_{вых}^0$ – напряжение логического нуля на выходе RG;

$I_{пр}$ – прямой ток;

$$R \geq \frac{5 - 2,5}{20 \cdot 10^{-3}} = 125 \text{ Ом}$$

Выбираем из ряда E24 сопротивление $R=130 \text{ Ом}$. Согласно справочнику выбираем резистор R8-R14 МЛТ-0,125-130Ом-±5%.

Выбираем элементы: DD1- KP1533ИР33, HG1 – АЛС324А.

Разработка и расчет блока диодной индикации

Блок диодной индикации предназначен для отображения результатов работы и микропроцессорной системы и состояния выходов тестируемой ИМС. Индикация выполнена на основе полупроводникового светодиода типа АЛ307ЕМ(желтый) имеющий параметры: $I_{пр} = 10\text{мА}$; L-1154GT(зеленый) имеющий параметры $U_{пр} = 2.5\text{В}$; $I_{пр} = 10\text{мА}$; L-132XHD (красный) имеющий параметры $U_{пр} = 2.5\text{В}$; $I_{пр} = 10\text{мА}$; GNL-2312UBD(синий) имеющий параметры $U_{пр} = 3.6\text{В}$; $I_{пр} = 20\text{мА}$;

В блок индикации:

- индикатор «Готов к работе» (зеленый), который загорается после подачи питания МПС и обозначает готовность устройства для тестирования и установки ИМС в разъем
- индикатор «Идет тестирование» (желтый), который горит на протяжении всего тестирования
- индикатор «Ошибка» (красный), который загорается при возникновении кокой либо неполадки в устройстве
- индикатор «Выход тестируемой ИМС» (синий), который показывает состояние выхода тестируемой ИМС

Индикаторы отображают состояние выходов тестируемой ИМС и управляются по линии порта PD4-PD6. При высоком уровне сигнала ($PD4-PD6=1$) на индикаторах отображаются выходные сигналы тестируемой ИМС. При низком уровне ($PD4-PD6=0$) индикаторы погашены.

Токоограничительные резисторы:

$$R \geq \frac{U_{пит} - U_{пр}}{I_{пр}}; \quad (1.2)$$

Расчет токоограничительных резисторов R5-R7:

$$R \geq \frac{5 - 2.5}{10 \cdot 10^{-3}} = 250 \text{ Ом}$$

Выбираем из ряда E24 сопротивление $R=270 \text{ Ом}$.

Согласно справочника выбираем резисторы R5-R7 – МЛТ-0,125-270Ом-±5%.

Расчет токоограничительного резистора R1:

$$R \geq \frac{5 - 3.6}{20 \cdot 10^{-3}} = 70 \text{ Ом}$$

Выбираем из ряда E24 сопротивление $R=75\ \text{Ом}$.

Согласно справочника выбираем резисторы $R2$ – МЛТ-0,125-75Ом- $\pm 5\%$.

Выбираем элементы: АЛ307ЕМ(желтый) имеющий параметры: $U_{пр} = 2.5\text{В}$ $I_{пр} = 10\text{мА}$; L-1154GT(зеленый) имеющий параметры $U_{пр} = 2.5\text{В}$; $I_{пр} = 10\text{мА}$; L-132XHD (красный) имеющий параметры $U_{пр} = 2.5\text{В}$; $I_{пр} = 10\text{мА}$; GNL-2312UBD(синий) имеющий параметры $U_{пр} = 3.6\text{В}$; $I_{пр} = 20\text{мА}$;

Принципиальная схема блока диодной индикации представлена на рисунке 1.7.

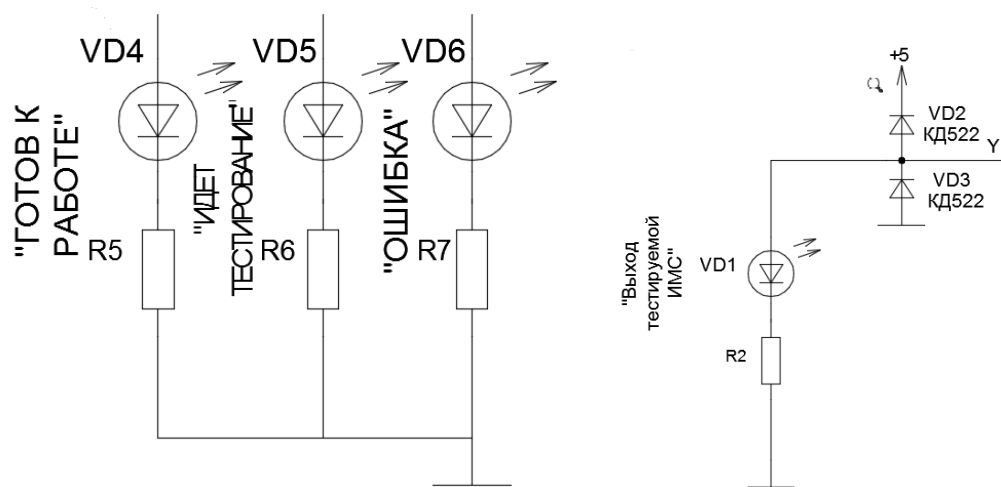


Рисунок 1.7 – Принципиальная схема диодной индикации

Так как выход тестируемой микросхемы подключен на прямую к входу МК, для защиты от высоких напряжений (статическое электричество) устанавливаем защитные диоды. Выбираем диоды из справочника КД522А.

Разработка и расчет транзисторного ключа

Для подключения питания тестируемой ИМС используется транзисторный ключ. Ввиду того, что тестируемая ИМС имеет ток потребления ($I_{потр}$) не более 30 мА, выбран биполярный транзистор BD136, основные электрические параметры которого описаны в таблице 7.

Для обеспечения питания ИМС необходим ток базы, который рассчитывается по формуле:

$$I_b = \frac{I_{потр}}{\beta} \quad (1.3)$$

$$I_6 = \frac{30 \cdot 10^{-3}}{40} = 0.75 \text{ мА}$$

Расчёт резистора, задающего ток в базу транзистора, производится по формуле:

$$R \geq \left(\frac{U_{+5В} - U_{БЭ}}{I_6} \right) \quad (1.4)$$

$$R \geq \frac{5 - 0,7}{0,75 \cdot 10^{-3}} = 5734 \text{ Ом}$$

Согласно произведённым расчётам и описанной элементной базе выберем резистор МЛТ-0,125-5,6кОм±5%.

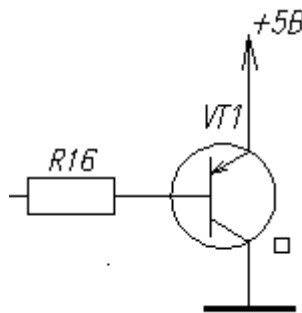


Рисунок 1.8 – Схема транзисторного ключа

5.1.5. Разработка блока питания МПС

При разработке и расчете блока питания необходимо определить требуемые значения напряжения питания, ток потребления каждого элемента устройства, выбрать микросхему импульсного стабилизатора напряжения.

Пример: На питание схемы необходим постоянный источник питания +5 В. Для расчёта блока питания необходимо определить полный ток потребления. Данные по токам потребления каждого из элементов МПС и общий ток потребления представлены в таблице 1.8.

Таблица 1.8 – Токи потребления каждого элемента МПС

Элемент	Кол-во	I _{пот.эл.} мА	I _{пот.} мА
Микроконтроллер АТМega48	1	200	200
Микросхема КР1533ИР33	1	100	100
Микросхема К555ЛР13	1	1,6	1,6
Семисегментный индикатор АЛС320А	1	84	84
Светодиоды AL307ЕМ, L-1154GT, L-132XHD	3	22	66
Транзистор BD136	1	70	70

5.2. Эксплуатационно-технологический раздел

Цель: провести проверку работоспособности и построить диагностические тесты;

разработать алгоритмы работы микропроцессорной системы на базе IDE Atmel Studio;

разработать алгоритм поиска и устранения неисправностей МПС;

разработать технологическую инструкцию технической эксплуатации МПС;

В данном разделе должны быть приведены блок-схемы алгоритмов и листинги программы для построения диагностических тестов, поиска неисправностей тестируемой микросхемы. Также необходимо разработать технологическую инструкцию технической эксплуатации МПС.

5.2.1. Построение диагностических тестов для заданного цифрового устройства

Для проверки работоспособности и для построения диагностических тестов необходимо составить таблицу истинности тестируемой цифровой микросхемы.

Пример: Режимы работы и соответствие состояний входов и выходов тестируемой цифровой микросхемы K555ЛР13 отображены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Соответствие состояний входов и выходов тестируемой ИМС

Входы								Выход
X0	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	Y1
1	1	1	1	1	1	1	1	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	1	0	1	0	1	0	1	1
1	0	1	0	1	0	1	0	1
1	0	0	1	0	0	1	0	1

5.2.2. Разработка программы тестирования цифрового устройства на языке C

Разработка алгоритмов работы микропроцессорной системы разрабатывается на базе IDE Microchip Studio.

Microchip Studio – бесплатная проприетарная интегрированная среда разработки (IDE) для разработки приложений для 8- и 32-битных микроконтроллеров семейства AVR и 32-битных микроконтроллеров семейства ARM от компании Atmel, работающая в операционных системах Windows. Microchip Studio содержит компилятор GNU C/C++ и эмулятор, позволяющий отладить выполнение программы без загрузки в микроконтроллер. На рисунке 2.1 представлена стартовая страница IDE Microchip Studio.

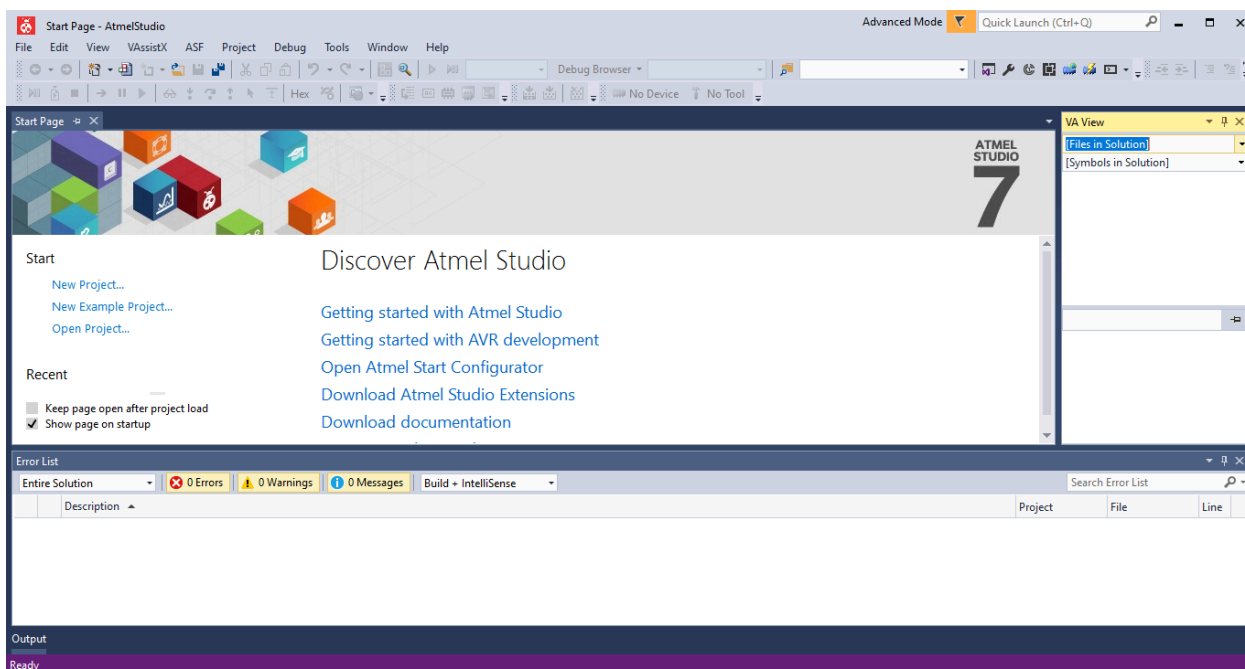


Рисунок 2.1 – Стартовая страница Microchip Studio

Чтобы программно задать необходимую частоту микроконтроллера необходимо воспользоваться директивой `define`:

Пример:

```
#define F_CPU 8000000UL //задаёмся частотой 8 МГц
```

Далее подключаем необходимые библиотеки для работы с микроконтроллером и для программных задержек:

Пример:

```
#include <avr/io.h> /*подключение необходимых библиотек*/
#include <util/delay.h>
#include <stdio.h>
```

В главной функции (main) необходимо задать порты на ввод/вывод.

Пример:

```
DDRA=0xC0;          /*настройка портов
DDRB=0x3F;          микроконтроллера на ввод
DDRC=0x00;          и вывод*/
DDRD=0x07;
DDRE=0x0F;
DDRF=0x0F;
```

PORTA: За пины 0-3 отвечают кнопки, которые настроены на ввод данных в микроконтроллер. Пины 4-5 не используются, как правило, они автоматически подаются на ввод. Пины 6-7 отвечают за управлением регистром и питанием, которые настроены на вывод данных из микроконтроллера. На пины 0-5 подаются 0, на пины 6-7 подаются 1. Получаем 11000000 (C0).

Порты В, С (и остальные, при необходимости) настраиваются по принципу порта А.

При помощи директивы define создаём константы для включения/выключения светодиодных индикаторов, регистра, питания.

Пример:

```
#define RED_ON PORTD|=0x01; //Вкл. красного светодиода
#define RED_OFF PORTD&=0xFE; //Выкл. красного светодиода
#define YELLOW_ON PORTD|=0x02; //Вкл. жёлтого светодиода
#define YELLOW_OFF PORTD&=0xFD; //Выкл. жёлтого светодиода
#define GREEN_ON PORTD|=0x04; //Вкл. зелёного светодиода
#define GREEN_OFF PORTD&=0xFB; //Выкл. зелёного светодиода
#define REG_ON PORTA|=0x40; //Вкл. регистра запоминания
#define REG_OFF PORTA&=0xBF; //Выкл. регистра запоминания
#define PWR_ON PORTA&=0x7F; //Вкл. транзисторного ключа
#define PWR_OFF PORTA|=0x80; //Выкл. транзисторного
ключа
```

Для включения нужного пина необходимо использовать “маски”.

Для подачи единицы на пин, необходимо использовать “маску” с побитовым сложением из нулей, и только на нужный нам пин подаётся единица.

Для подачи нуля на пин, необходимо использовать “маску” с побитовым умножением из единиц, и только на нужный нам пин подаётся ноль.

Для управления семисегментным индикатором создаём массив.

Пример:

```
unsigned int SEG[10]={0x00, 0x01, 0x02, 0x03, 0x04,
0x05, 0x06, 0x07, 0x08, 0x09};
```

В данном примере создаётся массив, который выводит на семисегментный индикатор с BCD-преобразователем числа от 0 до 9. При отсутствии BCD-преобразователя необходимо определить на каких сегментах индикатора нужен высокий сигнал и программно задать его.

Необходимо провести ручное и автоматическое тестирование микросхемы. Рассмотрим пример тестирования для микросхемы, выполняющей функции инвертора. С PORTB подаются сигналы, проходят через регистр сопряжения, тестируемую микросхему (инвертор) и возвращаются в PORTC. Побитовая сумма каждого пина должна равняться единице.

Пример:

```
if((PINC|PINB)==0b00111111)
{
    GREEN_ON
    RED_OFF
    _delay_ms(50);
}
else
{
    RED_ON
    GREEN_OFF
    _delay_ms(50);
}
```

5.2.3. Разработка алгоритма поиска и устранения неисправностей МПС

Алгоритм поиска неисправностей состоит из комплекса основных мероприятий, которые состоят из нескольких методов определения неисправностей. При разработке алгоритма необходимо перечислить и описать наиболее часто встречаемые неисправности, возможные причины неисправностей, а также методы их устранения.

Пример: В работе устройства наиболее часто встречаются следующие неисправности:

- 1) Неисправности в работе блок индикации, которые связаны с низким относительно остальных компонентов сроком службы светодиодов.
- 2) Неисправности в работе кнопочных переключателей.

3) Неисправности блока питания, возникающие вследствие некорректных условий эксплуатации устройства, в частности – нестабильным источником питания.

4) Неисправности в связи с перегоранием транзисторного ключа блока сопряжения.

5) Неисправности, связанные с некорректной установкой программного обеспечения в память микроконтроллера.

Если какая-либо из этих неисправностей обнаружена, необходимо осуществить тщательную проверку. На первом этапе осмотра необходимо проверить качество сборки монтажа, механическое крепление отдельных узлов, качество электрического монтажа, при этом обращают внимание на целостность соединительных проводов, наличие затеков припоя, которые могут вызвать короткие замыкания, проверка качества пайки, наличия повреждений изоляции, наличие дефектов отдельных элементов. Затем необходимо с помощью измерительной аппаратуры осуществить тщательную поверку каждого элемента эксплуатируемого устройства и замену их на работоспособные в случае их неисправности.

Возможные неисправности в работе микропроцессорной системы для тестирования цифровой микросхемы и методы их устранения представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Возможные неисправности в работе МПС

Неисправность	Возможные причины	Методы устранения
Устройство не работает (устройства индикации ничего не отображают).	Нет напряжения питания.	Проверить подключение прибора к электрической сети
	Неисправен блок питания.	Проверить, в случае необходимости – заменить компоненты блока питания.
	Сбой при установке программного обеспечения в микроконтроллер.	Произвести корректную установку программного обеспечения в микроконтроллер.
Устройство включается, но не реагирует на нажатие переключателей блока управления.	Неисправность блока управления.	Произвести ремонт блока управления.

Окончание таблицы 2.2

Результат автоматического теста всегда ошибочен даже на заведомо рабочей микросхеме, при ручном режиме тестирования на индикаторе выхода микросхемы всегда отображается одно и то же значение.	Неисправность транзисторного ключа блока сопряжения.	Произвести осмотр и ремонт транзисторного ключа блока сопряжения.
	Неисправность входной микросхемы блока сопряжения.	Заменить входную микросхему блока сопряжения.
	Неисправность выходной микросхемы блока сопряжения.	Заменить выходную микросхему блока сопряжения.
Устройство остановило свою работу в процессе тестирования.	Ошибка программного обеспечения.	Произвести сброс МПС.

5.2.4. Разработка технологической инструкции технической эксплуатации МПС

Техническая инструкция (ТИ) – документ общего назначения, входящий в основной пакет конструкторской документации. Применяется на предприятии для организации и обеспечения качественного технологического процесса производства.

Пример: Разработанное устройство предназначено для тестирования цифровых интегральных микросхем К555ЛР13 на пригодность к использованию для функционального контроля. Для подключения тестируемого регистра используется разъём для корпуса типа DIP16. Техническая инструкция по эксплуатации МПС:

1) Включить электропитание устройства через тумблер «Вкл./выкл.», после процесса инициализации загорятся индикаторы «Готов к работе» и «Режим ожидания», а на жидкокристаллическом дисплее отобразится меню с возможностью выбора режимов, на семисегментном индикаторе – число «1».

2) Вставить тестируемую микросхему в разъём устройства.

3) С помощью кнопки выбора режима, руководствуясь устройствами индикации, выбрать режим тестирования. Автоматический режим тестирования соответствует числу «1» на семисегментном индикаторе, а ручной – числу «2» на семисегментном индикаторе.

4) С помощью кнопки начала тестирования начать процесс. При автоматическом режиме тестирования необходимо подождать некоторое время, после чего, в случае пригодности микросхемы к эксплуатации, на семисегментном индикаторе отобразится число «5», и «6» - если неисправна. При ручном режиме тестирования на светодиодах блока индикации

состояния входов и выходов тестируемой микросхемы. Для осуществления итерации данных в памяти регистра необходимо воспользоваться кнопкой «шаг», а для перезапуска тестирования – кнопкой сброса.

5.3. Энерго – и материалосбережение

Цель: обосновать возможность обеспечения низкого энергопотребления, при выборе элементной базы, предпочтение маломощным элементам.

Рекомендации к разделу по энерго – и материалосбережению:

На этапе проектирования печатной платы устройства необходимо произвести грамотную компоновку схемы с целью создания компактного устройства, для этого элементы надо объединить в отдельные друг от друга группы, каждая из которых понесёт в себе определенную функциональную значимость. Группирование элементов позволит сделать линии связи более короткими, что также значительно повлияет на компактность устройства. С целью обеспечения низкого энергопотребления, при выборе элементной базы, предпочтение необходимо отдавать маломощным элементам.

5.4. Охрана труда

Цель: обосновать требования для минимизации производственных травм на производстве.

Рекомендации к разделу по охране труда:

Необходимо помнить, что к опасным производственным факторам относят те факторы, кратковременное воздействие на человека которых может повлечь легкие, средней тяжести и тяжелые производственные травмы вплоть до смертельного исхода. Все случаи на производстве, окончившиеся травмой, временной или полной потерей трудоспособности пострадавшего, подвергаются расследованию с целью выявления причин, приведших к травме.

Перечислить требования для минимизации производственных травм на производстве.

5.5. Охрана окружающей среды

Цель: составить рекомендации по утилизации печатных плат.

Рекомендации к разделу по охране окружающей среды:

При утилизации устройства необходимо классифицировать его элементы на черные, цветные либо драгоценные металлы, а уже потом их можно отправлять на дальнейшую переработку, например, лом. Что же касается печатной платы устройства, то здесь два варианта: либо отправить

печатную плату также на утилизацию, либо ее можно использовать для монтажа элементов, при создании другого устройства, схемотехника которого не сильно отличается по сложности от схемотехники данного устройства.

5.6. Заключение

Заключение включает в себя краткие выводы по результатам выполненного курсового проекта в соответствии с поставленной задачей.

Пример:

В ходе выполнения данного курсового проекта было разработано микроконтроллерное устройство тестирования цифровой микросхемы, которое способствовало закреплению материала, пройденного по предмету: «Техническая эксплуатация электронных вычислительных средств», а также были закреплены практические навыки в решении технических задач:

- проведен обзор по теме курсового проекта;
- разработана структурная схема устройства;
- разработана и рассчитана принципиальная схема устройства;
- разработано программное обеспечение для МК.

5.7. Список литературы

Список литературы содержит сведения об информационных источниках, которые были использованы при курсовом проектировании (книги, журналы, статьи, патенты, Web- сайты и т. п.).

Список использованных источников

1. 8-bit AVR microcontroller with 16K bytes In-System programmable flash [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/doc2466.pdf>. – Дата доступа:
2. 74HC573, octal d-type transparent latch, 3-state [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://assets.nexperia.com/documents/datasheet/74HC_НСТ573.pdf. – Дата доступа:
3. Микросхемы ТТЛ. Том 1. /МИТР - Verlag GmbH. – Москва: «ДМК Пресс», 2001.
4. АЛС320 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://eandc.ru/pdf/opto/3ls320_als320.pdf. – Дата доступа:
5. BL-L101 round type led lamp [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://static.chipdip.ru/lib/346/DOC004346178.pdf>. – Дата доступа:
6. BCD to 7-segment latch/decoder/driver [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://assets.nexperia.com/documents/data-sheet/74HC_НСТ4511.pdf. – Дата доступа:
7. PNP Epitaxial Silicon Transistor [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.onsemi.com/pub/Collateral/BD136-D.PDF>. – Дата доступа:
8. Всё о резисторах. /Г. С. Гендин – Массовая радио библиотека. – Москва: «Радио и связь», 1999.
9. PSM1-2-0 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://static.chipdip.ru/lib/004/DOC001004948.pdf>. – Дата доступа:
10. Микроконтроллеры AVR: от азов программирования до создания практических устройств. /Белов А. В. – Наука и техника. – Санкт-Петербург: «Наука и техника», 2016.
11. Радиоэлектроника для начинающих. /Бессонов В. В. – СОЛОН-Р. – Москва: «СОЛОН-Р», 2001.
12. TOPSwitch-HX Family [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.power.com/sites/default/files/product-docs/tophx_family_datasheet.pdf. – Дата доступа:
13. ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ ПКн41 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tumblers.ru/edimg/file/pdf/039.pdf>. – Дата доступа:
14. Закон Республики Беларусь «Об охране труда» [Текст]
15. Закон Республики Беларусь «О защите окружающей среды» [Текст]

Филиал «Гомельский государственный дорожно-строительный колледж
имени Ленинского комсомола Белоруссии» учреждения образования
«Республиканский институт профессионального образования»
(назва установы адукацыі)

ЗАЦВЯРДЖАЮ

Старшыня цыклавой (прадметнай)
камісіі _____

« _____ » _____ 20__ г.

ЗАДАНИЕ
па курсавым праекце (работе)

Навучэнцу Иванову Ивану Ивановичу

(прозвішча, імя, імя па бацьку)

курса 4 групы ЭВС-41

па вучэбным прадмеце Техническая эксплуатация электронных
вычислительных средств

Тэма курсавога праекта (работы) Разработка микроконтролерного
устройства тестирования цифровой
микросхемы

Заходныя даныя Тип микроконтроллера: ATMEGA16, тактовая частота
работы МК: 8МГц, сегментный светодиодный индикатор, управление
индикатора: статическое, метод получения сегментного кода: аппаратный,
тип тестируемой микросхемы: КР1533ЛН1, язык программирования: С,
режимы тестирования: пошаговый и
автоматический

Склад праекта (работы)

Тлумачальная запіска

Змест раздelaў	Тэрмін выканання
<u>ВВЕДЕНИЕ</u>	_____
<u>1 РАСЧЕТНО-ПРОЕКТИРОВОЧНЫЙ РАЗДЕЛ</u>	_____
<u>1.1 Назначение и область применения проектируемой МПС</u>	_____
<u>1.2 Разработка структурной схемы МПС</u>	_____
<u>1.3 Описание элементной базы</u>	_____

<u>1.4 Разработка принципиальной схемы МПС</u>	
<u>1.5 Разработка блока питания МПС</u>	<u>03.10.22 – 30%</u>
<u>2 ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ</u>	
<u>2.1 Построение диагностических тестов для заданного цифрового устройства</u>	
<u>2.2 Разработка программы тестирования цифрового устройства на языке С</u>	
<u>2.3 Разработка алгоритма поиска и устранения неисправностей МПС</u>	<u>24.10.22 – 70%</u>
<u>2.4 Разработка технологической инструкции технической эксплуатации МПС</u>	
<u>3 ЭНЕРГО- И МАТЕРИАЛОСБЕРЕЖЕНИЯ</u>	
<u>4 ОХРАНА ТРУДА</u>	
<u>5 ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ</u>	
<u>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</u>	
<u>СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ</u>	
<u>ПРИЛОЖЕНИЯ</u>	<u>08.11.22 –100%</u>

Графічна частка праекта

Ліст 1 – Схема электрическая принципиальная (формат А1)

Ліст 2 – Схема электрическая структурная (формат А1)

Ліст 3 – Таблица состояний и условное графическое обозначение ИМС (формат А1)

Дата выдачи 09 сентября 2022г.

Термін здачы 08 ноября 2022г.

Выкладчык-кіраўнік _____
курсавага праекта

Подпіс навучэнца _____