

МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА, ОРДЕНА ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ И ОРДЕНА ТРУДОВОГО
КРАСНОГО ЗНАМЕНИ.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. Н. Э. БАУМАНА

**Методические указания к курсовому
проектированию по курсу «Системотехника
электронных вычислительных средств,
комплексы и сети»**

Москва 2015

Содержание

	Предисловие	2
1	Общие положения	2
2	Организация курсового проектирования	3
3	Тематика курсовых проектов	3
4	Требования к содержанию курсовых проектов и методические указания по их выполнению	4
4.1	Курсовой проект, ориентированный на разработку аппаратной части (тип А).	4
4.2	Курсовой проект, ориентированный на разработку аппаратной части и поддерживающего его программного обеспечения (тип АП)	8
5	Оформление курсового проекта	8
6	Подготовка проекта к защите	12
7	Защита курсового проекта	12
8	Список литературы	13
	Приложение А. Базовые темы курсового проекта	15
	Приложение Б. Календарный план	16
	Приложение В. Технологический процесс проектирования	17
	Приложение Г. Бланк задания	18
	Приложение Д. Техническое задание	19
	Приложение Е. Содержание	25
	Приложение Ж. Расчеты надежности и мощности	27

Предисловие

Настоящие методические указания содержат рекомендации по выбору темы курсового проекта, правила оформления технического задания и общие положения о структуре и порядке оформления проекта. По ходу изложения делаются ссылки на приложения и примеры, которые содержатся в методических указаниях по оформлению технической документации курсового проекта.

1. Общие положения

Курсовое проектирование представляет собой один из завершающих этапов обучения в вузе и имеет целью:

- систематизацию, закрепление и расширение теоретических знаний по проектированию узлов и блоков вычислительной техники;
- развитие навыков автоматизированного проектирования технических и программных средств ЭВМ;
- навыков поисковой, самостоятельной работы;
- оценку подготовленности студента, прошедшего обучение в вузе, к самостоятельной работе в условиях современного производства и его готовности к проектированию узлов и блоков вычислительных устройств.

2. Организация курсового проектирования

При выполнении работ по курсу «Системотехника ЭВС, К и С» студенту предлагаются базовые темы по курсовому проекту в соответствии с приложением А. По согласованию с преподавателем, студенту допускается предложить самостоятельную тему для выполнения курсового проекта, связанную со спецификой своей работы.

Работы по выполнению курсового проекта выполняются с учетом календарного плана в соответствии с приложением Б. Перед разработкой календарного плана студент должен знать исходные данные и представлять структуру и этапы разрабатываемого изделия. Календарный план разрабатывается в двух экземплярах.

Календарный план работы над проектом должен содержать основные этапы на весь период проектирования, выраженный в количествах недель. Обычно проект разбивается на 6-8 этапов технологического процесса проектирования (Приложение В). Календарный план используется руководителем и деканатом для контроля за ходом проектирования.

При выборе темы курсового проекта следует руководствоваться положениями раздела 3 настоящих методических указаний - "Тематика курсовых проектов".

Студент совместно с руководителем составляет задание на курсовое проектирование (бланк задания выполняется в соответствии с приложением Г) в двух экземплярах, руководствуясь следующим.

Название темы курсового проекта должно быть кратким и отражающим суть проекта; в названии должно быть указано наименование разрабатываемого изделия. Не допускаются слова "разработка", "исследование".

В исходных данных к проекту указываются только наиболее существенные сведения, необходимые для проектирования изделия: функции системы, основные параметры входной и выходной информации и наиболее существенные характеристики (частота, разрядность вычислительного ядра, напряжения электропитания, токи потребления, потребляемая мощность, надежность, погрешности, время реакции системы, производительность, характеристики интерфейсов, условия эксплуатации и т.д.). Не должны включаться данные, подлежащие обоснованию в ходе разработки. В дальнейшем исходные данные будут служить основой для разработки подробного технического задания на проектируемое устройство, которое должно быть оформлено в виде отдельного раздела расчетно-пояснительной записки. Техническое задание составляется по [ГОСТ 19.201-78 Техническое задание, требования к содержанию и оформлению](#).

В графе "Содержание расчетно-пояснительной записки" приводится перечень разделов проекта, подлежащих разработке, определенных студентом совместно с руководителем в соответствии с типом курсового проекта (см. ниже пп. 4.1. 4.2).

В перечне графического материала указывается минимальное количество обязательных чертежей и их наименования.

Календарный план работы над проектом должен содержать основные этапы на весь период проектирования, выраженный в количествах недель. Обычно проект разбивается на 6-8 этапов технологического процесса проектирования. Календарный план используется руководителем и деканатом для контроля над ходом проектирования.

Задание на курсовое проектирование должно быть подписано (с указанием фамилии, имени, отчества, звания и занимаемой должности):

- 1) студентом - с указанием даты принятия задания к исполнению;
- 2) руководителем проекта.

Полностью оформленное и подписанное задание на курсовой проект утверждается заведующим кафедрой или его заместителем. Утвержденное задание на курсовой проект сдается руководителю. **Оформленное и утвержденное задание является документом курсового проектирования.**

Изменение задания может быть произведено только с повторным утверждением темы проекта, заведующим кафедрой.

3. Тематика курсовых проектов

Тематика курсовых проектов должна соответствовать современному состоянию и перспективам развития науки и техники.

Тема курсового проекта должна соответствовать специальности - Проектирование и технология производства электронной аппаратуры.

Предусматриваются два типа курсовых проектов:

Тип А (аппаратный) - проект, ориентированный на разработку **аппаратных средств вычислительной техники.**

Тип АП (аппаратно-программный) – проект, ориентированный на разработку аппаратуры и поддерживающего её программного обеспечения;

Примерная тематика курсового проектирования для названных типов проектов может быть следующей:

Для типа А

- разработка управляющих узлов на базе микропроцессоров, микроконтроллеров, или СБИС, входящих в их состав;
- разработка спецвычислителей (обработка сигналов реального времени, блоки шифрования информации, аппаратная реализация стандартных и специальных функций, арифметические расширители для малых и микро ЭВМ и т.п.)
- разработка блоков сопряжения нештатных устройств со стандартными интерфейсами ЭВМ;
- разработка блоков межмашинных связей;

Для типа АП

- разработка управляющих контроллеров и узлов различного назначения с поддерживающими драйверами и программами;
- разработка устройств обработки информации на программируемых СБИС, ПЛИС и СнК с соответствующим поддерживающим программным обеспечением.
- разработка устройств обработки информации на микропроцессорных наборах и ПЛИС с моделированием их характеристик с помощью кросс-средств;
- разработка аппаратно-программных средств измерительной аппаратуры с поддерживающими драйверами и программами;
-

4. Требования к содержанию курсовых проектов и методические указания по их выполнению

4.1. Курсовой проект, ориентированный на разработку аппаратной части (тип А).

4.1.1. Анализ исходных данных, обзор литературы, анализ и выбор прототипа изделия.

Проводится анализ исходных данных, предварительной структурной схемы, сравнительный анализ систем (устройств) – прототипов, выбор структуры базовой системы (устройств), или анализ системы, в рамках которой должно быть разработано устройство, и формируется постановка задачи на разработку изделия или системы. Выполняется бланк задание на проектирование (Приложение В). Графическая часть проекта, поясняющая данный раздел, может быть оформлена в виде плаката.

4.1.2. Техническое задание.

Основным документом на разработку устройства или системы является техническое задание (ТЗ), которое определяет технические параметры проектируемого изделия. ТЗ разрабатывается на основе согласованного с руководителем задания на курсовой проект и выполненных исследований и анализа прототипов заданного изделия. В ТЗ предусматриваются следующие разделы (ТЗ выполняется с учетом примера из приложения Г)

Назначение. В этом разделе указывается область применения устройства и выполняемые им функции и режимы работы.

Технические требования.

Все технические требования подразделяются на общие и частные.

В разделе общих требований приводятся условия эксплуатации; требования к помехозащитности, к электрической прочности; условия хранения; требования по обеспечению удобств и безопасности эксплуатации; ограничения на использование комплектующих элементов.

В разделе частных технических требований приводятся основные технические характеристики разрабатываемого устройства, которые в зависимости от конкретного типа и назначения устройства могут включать: систему и формат команд, форматы данных, состав и продолжительность выполнения основных операций, принцип управления, тип оперативного ЗУ и его технические характеристики, способ защиты памяти, параметры периферийных устройств, для которых разрабатывается устройство, режимы работы, типы носителей, характеристики сопрягаемых устройств или ЭВМ, параметры интерфейсов, максимальную потребляемую мощность, требования к системе питания или любые другие требования, соответствующие характеру разрабатываемого изделия.

Требования по надежности.

Данный раздел включает количественные требования по надежности для всего устройства или его части и меры повышения надёжности.

Конструктивные требования.

Приводится перечень стандартных приборов, узлов, деталей и конструктивных элементов, органов управления, настройки и контроля. В ряде случаев могут быть сформулированы ограничения на весовые и габаритные параметры изделия. В конструктивных требованиях должны быть указаны особенности конструктивного исполнения изделия, его соответствия требованиям конструкторской документации, изложенным в ЕСКД, состав (количество листов) конструкторских документов.

ГОСТ 2.ххх Единая система конструкторской документации (ЕСКД)

ГОСТ 2.001-93 Общие положения

ГОСТ 2.101-68 Виды изделий

ГОСТ 2.105-95 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ТЕКСТОВЫМ ДОКУМЕНТАМ

ГОСТ 2.102-68 Виды и комплектность конструкторских документов

ГОСТ 2.111-68 Нормоконтроль

ГОСТ 2.114-95 Технические условия (Взамен ГОСТ 2.114-70)

ГОСТ 2.118-73 Техническое предложение

ГОСТ 2.119-73 Эскизный проект

ГОСТ 2.120-73 Технический проект

ГОСТ 2.601-95 Эксплуатационные документы

ГОСТ 2.701-84 Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению

ГОСТ 2.764-86 Интегральные оптоэлектронные элементы индикации

ГОСТ 2.601-2006 Эксплуатационные документы

4.1.3. Методические указания по выполнению курсовых проектов типа А.

Техническое задание должно быть разработано в полном объеме для устройства (или системы), являющегося объектом проектирования.

Эскизной проработке подвергается всё устройство (система) в целом. Техническое проектирование проводится для всего устройства. Рабочее проектирование проводится для всего устройства или нескольких блоков, в зависимости от сложности системы.

Эскизная разработка должна включать следующее: обоснование постановки задачи, выбор и обоснование структурной схемы всей системы или всего устройства, описание принципов работы устройства или системы, выработку общих схемных, конструктивных и технологических решений, разработку структурных схем алгоритмов. В рамках курсового проекта эскизное проектирование заканчивается разработкой структурной электрической схемы устройства и структурной схемы алгоритма его работы. В расчетно-пояснительной записке(РПЗ) приводится техническое описание

структурной электрической схемы изделия и структурной схемы алгоритма его работы. Информация может быть дополнена временными диаграммами.

В процессе *технического проектирования* ведется проработка всего устройства, описание принципов его работы. При этом разрабатываются электрические функциональные схемы всей системы (устройства), уточняются алгоритмы, приводятся разделы по разработке функциональных электрических схем с обоснованием каждого принятого решения, техническому описанию разработанной функциональной схемы, выбору и обоснованию элементной базы изделия.

В процессе рабочего проектирования должна быть разработана рабочая документация, которая включает: схемы электрические принципиальные, монтажные схемы, схемы соединений, сборочные чертежи (схемы разрабатываются при необходимости, по согласованию с руководителем). В расчетно-пояснительной записке приводится обоснование выбора технических решений и технические описания соответствующих схем и чертежей. Описания иллюстрируются временными диаграммами и моделями.

Расчеты.

Все материалы, полученные во время выполнения всех этапов курсового проектирования, оформляются согласно требованиям ГОСТ в виде комплекта чертежей, указанных в задании на курсовое проектирование, дополнительных чертежей и иллюстрированного материала (плакаты, фотографии) и расчетно-пояснительной записки.

Графическая часть проекта должна содержать не менее 6 обязательных чертежей плакатных листов формата А1.

Примерный перечень графического материала следующий:

- плакат, отражающий информацию о данной предметной области, определяющий постановку задачи;
- схемой технологического процесса проектирования – 1 лист
- схема электрическая структурная - 1 лист,
- схемы электрические функциональные – 1 лист;
- схемы электрические принципиальные – 1–2 листа;
- временные диаграммы или циклограммы – 1 лист;
- схема алгоритма структурная – 1 лист;
- сборочный чертеж (если это требуется)– 1-2 листа;
- схема электрическая структурная всей системы, в которую входит проектируемое изделие – 1 лист (если это требуется).
- схемой проведения эксперимента – 1 лист.

Взамен конструктивных чертежей могут быть приведены выполненные с помощью САПР печатные платы. В этом случае должна быть описана САПР и технология изготовления платы с применением САПР.

В случае выполнения проекта с помощью САПР на импортном программном обеспечении, то в документации допустимо использовать стандарты, принятые в данном САПРе (это замечание относится также к проектам типа АП). Должен быть дан анализ отечественных САПР и доказана не возможность проектирования с использованием отечественной САПР.

Конкретный перечень чертежей определяется в зависимости от особенностей разрабатываемого изделия по согласованию с руководителем проекта и вносится в ТЗ.

Расчетно-пояснительная записка должна иметь объем 50-80 страниц текста, расчетов и иллюстраций и включать следующие разделы :

Техническое задание.

Содержание.

Аннотация – в ней отражается основное содержание курсового проекта. В ней указывается назначение разрабатываемого изделия и кратко перечисляется содержание основных разделов расчетно-пояснительной записки. Объем аннотации не должен превышать одной страницы. Приложения xx

Постановка задачи – дается краткое теоретическое обоснование проектируемой системы или устройства, описывается назначение системы, цели и задачи проектирования. Раздел постановки задачи должен включать описание предметной области, обзор и анализ существующих систем (устройств) или варианты построения разрабатываемой системы или устройства, содержать краткий сравнительный обзор существующих отечественных и зарубежных систем или устройств аналогичного назначения с их последующим анализом применительно к данному проекту. Если прототипы отсутствуют, рассматриваются возможные варианты построения устройства (системы), сравниваются их технико-экономические характеристики и производится выбор рационального варианта. Можно также совместить обзор с дополнительным анализом возможных вариантов построения устройства (системы). При необходимости проводится патентный поиск по исследуемому вопросу.

Выбор и обоснование структурной схемы – на основании материала, изложенного в разделах постановки задачи и обзора, делается выбор структуры проектируемого устройства: обосновываются основные принципы работы системы или устройства, разрабатывается **структурная схема алгоритмов**, производится подразделение устройства на отдельные функциональные узлы, описывается назначение этих узлов, их логические связи. Если устройство реализуется на микропроцессорных БИС, ПЛИС, СнК здесь же производится их выбор на основе сравнительного анализа различных типов микропроцессорных комплектов с целью удовлетворения требованиям технического задания.

Разработка функциональной электрической схемы. На основе технических требований, разработанных алгоритмов и других приведенных выше данных, производится разработка функциональной схемы устройства. **Разрабатываются функциональные схемы алгоритмов**, временные диаграммы, приводятся временные расчеты, подтверждающие соответствие требованиям задания, дается оценка работы схемы в различных режимах; дается оценка аппаратных затрат на систему. Определяются методы контроля, оцениваются временные и аппаратные затраты на средства контроля, а так же эффективность контроля. В разделах пояснительной записки, содержащих структурные и функциональные электрические схемы устройства, должны быть приведены расчеты по оптимизации оборудования. При использовании микропроцессоров и программируемых БИС и СБИС, функциональные схемы устройств могут не разрабатываться, однако при этом должна быть разработана схема алгоритма.

Выбор элементной базы - здесь возможны два варианта. Если частично выбор элементной базы, а именно, микропроцессорных БИС, ПЛИС, СнК проведен на предыдущем этапе выбора и обоснования структурной схемы, то здесь осуществляется подбор элементов малой и средней степени интеграции, необходимой для обрамления этих СБИС. Для используемых элементов должны быть приведены краткие характеристики. Отметим, что обоснование выбора системы элементов должно быть дано в любом случае, даже если оно определено техническим заданием.

Разработка принципиальной электрической схемы - содержит описание схемы, приведенной на соответствующих листах графической схемы. Указывается меры для устранения перегрузок элементов и снижения влияния нагрузок, устранения критических путей прохождения сигналов, развязки по цепям питания и т.д.

Проекты, выполняемые с использованием САПР, должны включать в состав технической документации временные диаграммы работы как результат проверки работоспособности на «симуляторе», а в пояснительной записке должна быть приведена краткая справка по данной САПР и технология разработки принципиальных электрических схем, программирования БИС, ПЛИС, СнК на применяемой САПР.

В расчетной части приводятся расчеты производительности, быстродействия, мощности, надежности, точности, рассчитываются временные соотношения, определяющие работу принципиальной схемы выполняется расчет мощности, потребляемой разрабатываемым устройством, нагрузочный расчет, доказывающий, что все элементы работают в допустимых режимах, а также расчет надежности. Проведенные расчеты во всех случаях должны подтверждать требования ТЗ. Вместо аналитических расчетов допускается имитационное моделирование с использованием САПР.

В ряде случаев, если это определяется особенностями конструкции устройства или режимами работы элементов, по согласованию с руководителем курсового проекта проводится тепловой

расчет, посредством которого показывается работоспособность устройства в заданном ТЗ температурном диапазоне.

В разделе по разработке конструкций устройства или системы должен быть кратко обоснован выбор конструктивной базы, проведена оценка основных конструктивных и технологических параметров. Должно быть дано краткое техническое описание конструкции. При разработке терминальных устройств должны быть учтены эргономические факторы.

Расчет надежности - проводится предварительный расчет надежности и оценка надежности разрабатываемой системы или устройства в целом; рассчитываются показатели надежности, наиболее полно характеризующие данное устройство: вероятность безотказной работы, наработка на отказ, среднее время между отказами, среднее время восстановления, коэффициент готовности и т.п. В этом разделе должны быть описаны схемные, конструктивные и технологические меры, принятые в разрабатываемом устройстве для повышения вероятности безотказной работы, достоверности, ремонтпригодности и т.д. Расчет надежности выполняется с учетом методических указаний представленных в приложении Д.

Расчет мощности

Постановка эксперимента - этот раздел проекта должен включать перечень целей и задач, поставленных перед экспериментальными исследованиями, общую схему эксперимента и описание его проведения, алгоритм и программы моделирования, тестирования, основные результаты в виде таблиц, графиков и распечаток, а также анализ полученных результатов.

Заключение - в этом разделе должны быть кратко сформулированы основные результаты, полученные во время проектирования, основные характеристики изделия, их соответствие требованиям Т.З., приведены количественные оценки ожидаемого экономического эффекта и результаты расчетов в разделе экологии и охраны труда

4.2. Курсовой проект, ориентированный на разработку аппаратной части и поддерживающего его программного обеспечения (тип АП)

4.2.1. См. раздел 4.1.1.

4.2.2. Техническое задание.

ТЗ на курсовые проекты типа АП определяет технические параметры аппаратной части изделия и его программного обеспечения. В ТЗ предусматриваются разделы, изложенные в пп.4.1. Полнота требований определяется конкретной темой курсового проекта и согласуется с руководителем.

4.2.3. Методические указания по выполнению курсовых проектов типа АП.

Как и при выполнении курсовых проектов типа А, в проектах типа АП должны найти отражение все этапы разработки: техническое задание, эскизный проект, технический проект, рабочий проект. **Эскизное проектирование** проводится для всего изделия, включающего аппаратную и программную части. В рамках курсового проекта эскизное проектирование заканчивается разработкой структурной электрической схемы устройства и структурной схемы алгоритма его работы. Выполняется предварительная разработка структуры входных и выходных данных, уточняются методы решения задачи, разрабатывается структурная схема алгоритма программного изделия.

Техническое и рабочее проектирование, в зависимости от конкретной темы курсового проекта, может включать разработку функциональной схемы (например, при разработке устройств на микропроцессорных комплектах). Принципиальная электрическая схема технической части изделия разрабатывается обязательно. *Для программной части изделия разрабатываются структурные, функциональные и принципиальные схемы алгоритмов.* Если это необходимо, проводятся расчеты, связанные с объемами памяти и временами выполнения программ, ставятся задачи по моделированию. Результатом этапа рабочего проектирования должны быть конкретные программы и вся необходимая рабочая документация на эти программы (листинги программ). В расчетно-пояснительной записке даются соответствующие описания по каждому этапу проектирования технической и программной части изделия.

Примерный перечень графического материала:

– плакат – 1 лист;

- схема электрическая структурная системы или устройства - 1-2 листа;
- схема электрическая функциональная - 1 лист;
- схемы электрические принципиальные - 1-2 листа;
- структурная схема алгоритма - 1 лист;
- функциональные схемы алгоритма - 1-2 листа;

Конкретный состав графической части определяется по согласованию с руководителем курсового проекта в зависимости от темы проекта, некоторые типы листов могут отсутствовать за счет увеличения количества других листов. *Общий объем обязательных чертежей форматом А1 не должен быть меньше 6 листов.*

5. Оформление курсового проекта

Курсовой проект выполняется в виде расчетно-пояснительной записки и графической части. Требования к объему и содержанию проекта приведены выше.

Чертежи по формату, условным обозначениям, шифрам и масштабам должны строго соответствовать требованиям ЕСКД и ЕСПД. Чертежи могут выполняться посредством САПР.

Формы, размеры, содержание, порядок заполнения основных надписей и дополнительных граф к ним в конструкторских документах устанавливает ГОСТ 2.104-68 ЕСКД.

Правила выполнения и оформления схем регламентируется ГОСТ. Виды и типы схем, общие требования к их выполнению должны соответствовать ГОСТ 2.701-84 "ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению". Правила выполнения всех типов электрических схем определяются ГОСТ 2.702-75 "ЕСКД. Правила выполнения электрических схем".

Выполнение электрических схем цифровой вычислительной техники осуществляется по ГОСТ 2.708-81. "ЕСКД, Правила выполнения электрических схем цифровой вычислительной техники", с учетом требований ГОСТ 2.701-84, ГОСТ 2.702-75, ГОСТ 2.721-74. Условные графические изображения (УГО) выполняются по ГОСТ 2.743-91 "ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Элементы цифровой техники". Условные обозначения полупроводниковых приборов осуществляются по ГОСТ 2.730-73; обозначение регистров и конденсаторов - по ГОСТ 2.728-74; обозначение устройств коммутаций и контактных соединений - по ГОСТ 2.755-87; буквенно-цифровые обозначения в электрических схемах - ГОСТ 2.710-81; интегральные оптоэлектронные элементы индикации - ГОСТ 2.764-86; элементы аналоговой техники - ГОСТ 2.759-82 запоминающие устройства - ГОСТ 2.765-87.

При выполнении схем, как правило, используются стандартные УГО. Если требуется применить не стандартизированные обозначения, то на схеме делаются соответствующие пояснения.

Линии связи между графическими элементами изображаются в виде горизонтальных и вертикальных отрезков, имеющих минимальное количество изломов и пересечений.

Графическое обозначение следует выполнять линиями той же толщины, что и линии связи. Утолщенными линиями (вдвое толще обычных) изображают линии групповой связи.

Ниже излагаются краткие сведения по правилам выполнения электрических схем.

СХЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТРУКТУРНЫЕ (Э1)

Электрическая структурная схема определяет основные функциональные части изделия (элементы, устройства, функциональные группы), их назначение и связи. Все функциональные части на схеме изображают в виде прямоугольников или условных графических изображений с указанием типа элемента. Если элементов и функциональных частей много, вместо наименований допускается проставлять порядковые номера справа от изображения или над ним, как правило, с их расшифровкой в таблице, помещаемой на схеме. На схеме допускается размещать дополнительные поясняющие надписи, диаграммы, таблицы. Графическое построение схемы должно давать наиболее наглядное представление о последовательности взаимодействия функциональных частей в изделии. На линиях взаимодействий (связи) рекомендуется стрелками обозначать направление хода процес-

сов, происходящих в изделии. Острия стрелок, показывающих направление информационного потока, выполняют с развалом под углом 60 град.

СХЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ (Э2)

На электрических функциональных схемах изображают функциональные части изделия (элементы, устройства и функциональные группы) и связи между ними. Графическое построение схемы должно наглядно отражать последовательность функциональных процессов, иллюстрируемых схемой.

Функциональные части изделия на схеме изображают в виде прямоугольников, а двоичные логические элементы - по ГОСТ 2.743-91. Функциональные части допускается изображать в виде УГО. При выполнении функциональных электрических схем при курсовом проектировании рекомендуется использовать прямоугольники и указанные типы УГО, так как при таком исполнении схемы наиболее наглядно выявляются ее функциональные свойства.

УГО располагаются таким образом, чтобы информационные входы были слева, а выходы справа. Внутри УГО указывается его наименование и (или) условное обозначение. По широкой стороне внутри УГО (или вне) проставляются разряды слова. Линии связи на схеме подразделяются на информационные и управляющие. Информационные линии связи подводят к широкой стороне УГО, управляющие - к меньшей. Для уточнения входов и выходов определенным составным частям функционального элемента составные части показывают горизонтальными линиями с ограничителями. Эти линии располагают над и под УГО и указывают на них разрядность функциональной части. При наличии большого количества управляющих сигналов допускается продолжить малую сторону УГО или ограничитель. Обозначение элементов на функциональных схемах выполняется с использованием позиционного или координатного метода. При позиционном - над УГО проставляется его позиционное обозначение, причем порядковые номера идут сверху вниз в направлении слева направо.

Если схема выполняется с использованием УГО по ГОСТ 2.743-91, то рекомендуется применять координатный метод с разбиением поля чертежа координатной сеткой на отдельные зоны. Шаг координатной сетки по вертикали и горизонтали определяется габаритами минимального по размерам УГО на схеме. Пример координатного метода обозначения элементов приведен на чертеже (лист 3). В основном поле УГО элемента указывается в первой строке условное обозначение функции, выполняемой элементом, по ГОСТ 2.743-82, во второй строке - координаты адреса УГО элемента (буквы и цифры) по левому верхнему углу УГО элемента.

Линии связи на функциональных схемах при объединении в групповую линию и при разъединении групповой линии на ствольные должны иметь нумерацию. Входные и выходные сигнальные линии на схеме обозначаются обычно путем указания условного наименования сигнала.

СХЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ (Э3)

Электрические принципиальные схемы выполняются в координатной сетке. Интегральные элементы цифровой вычислительной техники изображаются в виде УГО по ГОСТ 2.743-82. УГО остальных электрических компонентов (транзисторов, резисторов, конденсаторов переключателей и т.д.) определяются соответствующими ГОСТ, указанными выше. Принципиальная электрическая схема выполняется после выбора конкретной элементной базы (серии или серий ИС). Каждый вывод УГО ИС имеет цифровое обозначение, соответствующее номеру вывода корпуса данной микросхемы. В самом общем виде УГО может содержать основное и два дополнительных поля (приложение 6). Размер прямоугольника по ширине зависит от наличия дополнительных полей и числа помещенных в них знаков; по высоте - от числа выводов и числа строк информации в основном и дополнительных полях. Согласно стандарту ширина основного поля должна быть не менее 10 мм, дополнительных - не менее 5 мм (при большом числе знаков в листах и обозначении функции элемента эти размеры соответственно увеличивают), расстояние между выводами - 5 мм, между выводами и горизонтальной стороной УГО - не менее 2,5 мм и кратно этой величине. ГОСТ разрешает пово-

рачивать УГО по часовой стрелке на 90 град., при этом входы оказываются вверху, выходы - внизу. В основном поле УГО записывается следующая информация:

- в первой строке - условное обозначение функции, выполняемой элементом;
- во второй строке - обозначение элемента в серии ИС;
- в третьей строке - координатный адрес УГО на листе;
- в четвертой строке указывается адрес данной ИС на ТЭЗе; если ТЭЗ не разрабатывался, то эта строка не заполняется.

Цепи формирования питающих напряжений и земли изображаются на принципиальных электрических схемах, как правило, отдельным фрагментом. В примечаниях указываются номера контактов ИС, к которым подключаются цепи питания.

При выполнении схемы на большом числе листов допускается переходящие с листа на лист сигнальные линии обозначать путем указания условного обозначения сигнала и номера листа, где в дальнейшем изображается этот сигнал, причем стрелка в этом случае не ставится.

Законченные функциональные группы элементов могут выделяться на схемах штрих-пунктирной линией с указанием условного обозначения или полного наименования группы. При наличии идентичных функциональных групп одна из них может быть раскрыта полностью (т.е. для нее приведена схема элементов), а остальные поставлены условно.

Перечень элементов.

ВЫПОЛНЕНИЕ СХЕМ АЛГОРИТМОВ

Правила выполнения алгоритмов и программ автоматическим или ручным способом регламентируются ГОСТ 19.701-90. Применяемые УГО, отражающие основные операции процесса обработки данных, установлены ГОСТ 19.005-85.

На схемах алгоритмов УГО изображаются по стандарту и соединяются линиями потока информации, которые параллельны внешней рамке схемы (горизонтальны или вертикальны). Линии потока информации и линии контуров УГО должны иметь одинаковую толщину. Основное направление потока информации идет сверху вниз и слева направо (стрелки на линиях не указываются). В других случаях применение стрелок обязательно.

Линии потока информации разрешается разрывать при переходе к другим УГО, расположенным на других листах схемы, используя УГО "Межстрочный соединитель" или "Соединитель" с указанием внутри, к которому должна подойти линия потока информации.

Внутри УГО и рядом с ним делают записи и обозначения для уточнения выполняемых им функций. Присвоенные символы-идентификаторы (буквенно-цифровые обозначения) помещают слева над УГО. Адресация УГО на листе осуществляется в позиционной или координатной системе. Рекомендуется использовать координатную систему с применением координатной сетки для разбиения листа на зоны. Адреса в координатной системе или порядковые номера проставляют в верхней части УГО в разрыве его контура. При выполнении УГО приняты размеры по высоте h=10,15,20 мм и т.д. (размер кратен 5 мм по ширине b=1,5 h).

ВЫПОЛНЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ КОНСТРУКЦИИ ИЗДЕЛИЯ (по согласованию с руководителем)

В качестве чертежей конструкции изделия рекомендуется выполнять сборочные чертежи ТЭЗа, устройства и чертежи общего вида устройства.

Сборочный чертеж должен отражать взаимное расположение и связи составных частей сборочной единицы, обеспечивать ее сборку и контроль. Сборочный чертеж должен содержать необходимое количество изображений, габаритные и установочные размеры.

Сборочный чертеж ТЭЗа или штатного узла при минимальном количестве проекций должен давать полное представление о всех элементах и деталях, их расположении и установке на печатной плате. Он должен содержать следующие сведения: маркировку адресных обозначений ИС и дискретных элементов в позиционной или координатной системе, нумерацию выходных контактов или контактов разъема, изображения установочных деталей. В местах крепления установочных деталей

(стоек, втулок, скоб) дают местные разрезы. Чертеж должен содержать технические требования на сборку. Навесные элементы и ИС изображают упрощенно, если это не мешает правильному пониманию чертежа.

Все остальные виды разрабатываемой в курсовом проекте технической документации (например, схема технологического процесса, графики эксперимента и т.п.) должны выполняться с соблюдением требования соответствующих ГОСТ.

Все листы расчетно-пояснительной записки, включая иллюстрации, должны иметь сквозную нумерацию без каких-либо буквенных добавлений. Первым листом является титульный лист. Записка переплетается в папку.

На титульном листе необходимо правильно указывать название факультета и кафедры.

После титульного листа размещается бланк задания на курсовое проектирование (второй лист), утвержденное заведующим кафедрой. Правила заполнения задания на проектирование приведены выше. **Форма бланка задания приведена в приложении 1.** Далее следует содержание с указанием страниц, а затем уже сам текст. **В конце записки приводят заключение, перечень графического материала и список использованной литературы. Перечень графического материала представляет собой таблицу с графами: номер чертежа, наименование изделия (приложение 2), наименование чертежа (приложение 3), комментарий.** На последней странице текста (список литературы) должна быть поставлена подпись студента - исполнителя проекта и в скобках указана фамилия. После списка литературы следует помещать в записку приложения (листы спецификаций, распечатки программ, копии чертежей проекта, фотографии изготовленных устройств и макетов).

Изложение материала записки должно быть кратким, точным и технически правильным. Сокращения слов, кроме разрешенных ГОСТ [2.316-68](#) и общепринятых (например, к т.д.; и т.п.; ГОСТ, ТУ, ТЗ и др.) не допускаются. При необходимости сокращенного обозначения сигналов или шин, следует привести таблицу сокращений.

На протяжении всей записки следует строго соблюдать единообразие терминов, обозначений, символов. Если встречаются новые технические термины, то их нужно разъяснить при первом употреблении в тексте. Следует *избегать жаргонных технических выражений и слов.*

Схемы, эскизы, рисунки и другие поясняющие текст материалы выполняются на отдельных листах с указанием номера рисунка и, при необходимости, под рисуночной подписью. На все помещаемые в расчетно-пояснительной записке рисунки должны быть ссылки в тексте.

Расчетные формулы приводятся в общем виде с последующей подстановкой числовых значений величин, окончательным результатом вычислений, а такие с указанием размерностей результирующей величины и пояснением обозначений, впервые примененных, в тексте записки.

Формулы должны быть написаны с использованием общепринятых обозначений и сквозной нумерации.

Все расчетные формулы или другие цитированные сведения, взятые из литературных источников, должны иметь ссылки на список литературы, например: [1, с.129].

При расчете вариантов с большим количеством математических выкладок следует привести все выкладки принятого варианта, по остальным вариантам приводятся только результаты расчетов в виде таблиц.

В записке разрешается использовать только единицы измерений международной системы единиц СИ.

Список использованной литературы составляется по форме: порядковый номер, фамилия, инициалы автора, полное наименование книги, издательство, год издания. При ссылке на статьи из журналов и сборников указываются: фамилия и инициалы авторов (автора), наименование статьи, название журнала или сборника, указывается редактор, издательство, год издания.

Записка должна быть подписана студентом, руководителем, и заведующим кафедрой.

При оформлении пояснительной записки обратить внимание на содержание АННОТАЦИИ и ЗАКЛЮЧЕНИЯ (смотри раздел 4.1)

6. Подготовка проекта к защите

В процессе работы над курсовым проектом студент должен регулярно в соответствии с "Календарным планом" отчитываться перед руководителем о проделанной работе. Все требования руководителя являются обязательными. Руководитель, но не студент, решает вопрос об окончании работы как над отдельными разделами проекта, так и над проектом в целом.

Законченный курсовой проект, подписанный студентом представляется руководителю проекта. Руководитель проекта подписывает проект и составляет письменный отзыв с заключением о возможности допуска проекта к защите на кафедральную комиссию.

В случае, если руководитель проекта считает невозможным допустить студента к защите курсового проекта, определяется объем доработки, устанавливаются сроки выполнения. Доработанный проект направляется, в случае необходимости, на повторное рецензирование и вновь рассматривается вопрос о допуске проекта к защите.

7. Защита курсового проекта

Утвержденный курсовой проект принимается к защите при представлении кафедральной комиссии следующих документов:

- а) справки о выполнении студентом календарного плана по курсовому проектированию;*
- б) отзыва руководителя;*

По желанию студента на защиту могут быть представлены и другие документы и материалы, характеризующие научную и практическую ценность курсового проекта (например, макеты, справки о внедрении, авторские свидетельства и т.д.).

Защита курсового проекта является публичной; дата и время защиты заранее сообщается деканатом.

Защита проекта состоит из доклада студента (не более 7-9 минут), ответов на вопросы членам комиссии.

Доклад должен быть четким и конкретным. В начале доклада студент должен перечислить и охарактеризовать основные задачи, поставленные перед ним при проектировании. Затем нужно перейти к обоснованию выбора тех или иных принятых решений и структурной схемы. В докладе не следует подробно рассматривать какие-либо технические решения и физические принципы, если они значительно не отличаются от обычных; необходимо лишь указать причины, побудившие студента остановить свой выбор на них. Основное внимание в докладе следует уделять тому разделу, который наиболее подробно разрабатывался студентом.

В докладе должны быть в очень краткой форме рассмотрены все разделы проекта и сообщены основные результаты. При рассмотрении конструкции следует кратко обосновать ее выбор; при изложении эксперимента указать задачи, стоящие перед ним; кратко указать методику их решения, охарактеризовать точность полученных результатов. В конце доклада должны быть сделаны выводы.

На защите курсового проекта студенту может быть задан любой вопрос как по содержанию проекта, так и по практической реализации и направлениям развития темы. Ответ должен быть кратким и конкретным; если студент не понял вопроса, то следует обратиться за его разъяснением.

В случае неудовлетворительной оценки проекта кафедральная аттестационная комиссия устанавливает, может ли студент представить ко второй защите тот же проект, но с доработкой, объем которой определяет комиссия или же студент должен будет разработать новую тему, которую устанавливает кафедра.

8 Литература

А. Основная

1. Руководство по архитектуре IBM PC AT/ Под общей редакцией М.Л. Мархасина. Минск, ООО «Консул», 1993.

2. Стивен Бигелоу. Устройство и ремонт персонального компьютера. Аппаратная платформа и основные компоненты.
3. Михаил Гук. Аппаратные средства IBM PC. Энциклопедия (Питер) 2002.
4. Скотт Мюллер. Модернизация и ремонт ПК. 16-е издание. 2006 г.
5. Руководство по архитектуре IBM PC AT. Под общей редакцией М.Л. Мархасина. Минск, ОО «Консул» 1993 г.
6. Э. Таненбаум. Архитектура компьютера «Питер» 2006 г.
7. Соломенчук В.Г., Соломенчук П.В. «Железо» ПК 2005.
8. Н.П. Бабич, И.А. Жуков. Компьютерная Схемотехника. Методы построения и проектирования. №МК-Пресс». 2004 г.
9. Ларионов А.М., Майоров С.А., Новиков Г.И., Вычислительные комплексы, системы и сети: Учебник для вузов – Л.: Энергоатомиздат, 1987 – 285 с.
10. Шпаковский Г.И. Архитектура параллельных ЭВМ: Учебное пособие для ВУЗов – Мн.: Университетское, 1989 – 192 с.
11. Кулаков Ю.А., Луцкий Г.М. Компьютерные сети–К.: ЮНИОР, 1998–384 с.
12. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы – СПб. «ПИТЕР», 2000 – 672 с.
13. Чаппел Л., Хейкс Д.: Анализ локальных сетей Net Ware М.: «ЛОРИ», - 1995 – 596 с.
14. Зотов С. Протоколы Internet. СПб: ВНУ, 1998 – 304 с.
15. Протоколы информационно-вычислительных сетей: Справочник./ под ред. И.А. Мизина, А.П. Кулешова – М.: Радио и связь, 1990 – 504 с.
16. Овчинников В.В., Рыбкин И.И. Техническая база интерфейсов локальных вычислительных сетей. – М.: Радио и связь, 1989. – 271 с.
17. Новиков Ю.В., Карпенко Д.Г. Аппаратура локальных сетей: функции, выбор, разработка. /Под общей редакцией Ю.В. Новикова. М.: Издательство ЭКОМ, 1998 – 288 с.
18. Фрир Дж. Построение вычислительных систем на базе перспективных микропроцессоров/ Пер с англ. – М.: Радио и связь, 1990 – 576 с.
19. Щербо В.К. и др. Стандарты по локальным вычислительным сетям: Справочник. – М.: Радио и связь, 1990 – 282 с.
20. Е.П. Угрюмов. Цифровая схемотехника. 2-е издание. Санкт-Петербург. БХВ-Петербург. 2004.

Проектирование на базе ПЛИС

1. Зотов В.Ю. Проектирование встраиваемых микропроцессорных систем на основе ПЛИС фирмы Xilinx. М. : Горячая линия- Телеком, 2006. 520 с. ББК 32.852.3 3-88
2. Зотов В.Ю. Проектирование встраиваемых микропроцессорных систем на основе ПЛИС фирмы Xilinx в САПР WebPACK ISE М. : Горячая линия- Телеком, 2003.
3. Кузелин М.О., Кнышев Д.А, Зотов В.Ю. Современные семейства ПЛИС фирмы Xilinx. М.: Издательский дом «ДОДЕКА-XXI», 2001.
4. Грушевицкий Р.И., Мурсаев А.Х. Проектирование систем на микросхемах программируемой логики. СПб.: БХВ-Петербург, 2002.
5. Соловьев В.В. Проектирование цифровых систем на основе ПЛИС. М. : Горячая линия- Телеком, 2001
6. Соловьев В.В. Васильев А.Г. ПЛИС и их применение – Мн.: Белорусская наука, 1998.
7. Максфилд К. Проектирование на ПЛИС. Курс молодого бойца. – М.: Издательский дом «ДОДЕКА-XXI», 2007
8. Суворова Е.А., Шейнин Ю.Е. Проектирование цифровых систем на VHDL. СПб.: БХВ-Петербург, 2003.
9. ГОСТ Р 50754-95 Язык описания аппаратуры цифровых систем VHDL. Описание языка.

10. Бабило П.Н. Основы языка VHDL/- СОЛОН-Р. 2002.

Б. Дополнительная

1. Бойченко Е.В., Кальфа В., Овчинников В.В. Локальные вычислительные сети. – М.: Радио и связь, 1985 – 304 с.
2. Фролов А.В., Фролов Г.В. Локальные сети персональных компьютеров – М.: Диалог, ФИФИ, 1993 – 215 с.
3. Головкин Б.А., Параллельные вычислительные системы – М.: Наука, 1980 – 610 с.
4. В.Ю.Зотов. Краткая методика проектирования устройств на ПЛИС XILINX в WebPACK ISE.
5. Проектирование цифровых устройств на основе ПЛИС фирмы XILINX в САПР
6. WebPACK ISE. Москва. Горячая линия-Телеком. 2003.
7. Шпаковский Г.И. Организация параллельных ЭВМ и суперскалярных процессоров: Учебное пособие для вузов – Мн.: Университетское, 1996 – 287 с.
8. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы.
9. www.serega.ru. Информация по шине ISA и интерфейсу RS232.
10. Техническое описание семейства Spartan II., III/
11. Емельянов В.А. Быстродействующие цифровые КМОП БИС. Мн.: Полифакт, 1998. 326 с.

В. Журналы

Базовые темы курсового проекта

№	Наименование темы
1	Адаптер интерфейсов USB и RS232 (ПЛИС). Комплекс сбора информации
2	Контроллер последовательного интерфейса на шине PCI. Комплекс сбора информации
3	Контроллер параллельного интерфейса на шине PCI. Комплекс ввода-вывода и обработки информации.
4	Контроллер электронной памяти на интерфейсе IDE. Хранилище информации
5	Контроллер электронной памяти на интерфейсе SATA. Хранилище информации.
6	Контроллер электронной памяти на интерфейсе RS232. Хранилище информации.
7	Устройство ввода видео информации. Комплекс сбора информации
8	Контроллер электронной памяти на интерфейсе LPT
9	Контроллер электронной памяти на интерфейсе USB
10	Устройство отображения информации на шине PCI
11	Устройство сбора информации по интерфейсу RS485
12	Модуль контроля целостности периметра охраняемого помещения. Охранный комплекс.
13	Адаптер USB на шине PCI
14	Адаптер SATA to IDE
15	Устройство для ремонта и тестирования компьютеров – POST Card PCI
16	Модули беспроводной передачи информации. Комплекс управления и сбора информации
17	Система умный дом. Контроллер управления датчиками освещенности, движения, звука.
18	Многоканальное устройство сбора и обработка информации с температурных датчиков
19	Комплекс ввода\вывода информации по интерфейсу Ethernet.
20	Блок контроля и поддержания температуры

21	Система управления освещением
22	Цифровой запоминающий 2-х канальный осциллограф
23	Логический 16 канальный анализатор
	Роботосхемотехника
24	Контроллер управления сервоприводами в системе
25	Автоматизированная платформа управления движением
26	Автоматизированная платформа управления полетом
27	Металлоискатель
29	Метеостанция
30	Модуль преобразования солнечной энергии в электрическую

Приложение Б

**Министерство образования Российской Федерации
Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана**

Кафедра ИУ4
(индекс)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой _____ (Шахнов В.А.)
(ф. и. о.)

« ___ » _____ 20__ г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

выполнения курсового проекта

студента: Демидова Д.Е., Козлова А.В.
(фамилия, имя, отчество)

Тема проекта: Разработка адаптера интерфейсов USB-IDE

№	Наименование этапов	План выполнения этапов КР		Отметка руководителя по выполнению этапа КР	
		Дата	%%	Дата	Роспись
	Согласование задания и кал. плана	1 неделя	10		
1	Согласование расширенного технического задания	2 неделя			
2	Согласование структурной и функциональной схемы адаптера, технологического процесса проектирования	2 неделя			
3	Согласование содержания и исследовательской части РПЗ	2 неделя	20		
4	Разработка Алгоритма работы адаптера	3 неделя	30		
5	Разработка логического проекта адаптера в САПР	3 неделя			
6	Выбор и обоснование элементной базы	4 неделя	40		
7	Разработка электрической принципиальной схемы	4 неделя			
8	Описание работы адаптера	5 неделя			
9	Разработка временных диаграмм состояний, последовательности действий и т.п.	5 неделя			
10	Моделирование блоков функциональной схемы в САПР	5 неделя			

	1-ая АТТЕСТАЦИЯ	6 неделя			
11	Разработка программной реализации аппаратной части адаптера	6 неделя	50		
12	Разработка программного обеспечения адаптера Разработка методики тестирования	6 неделя			
13	Изготовление макета адаптера	6 неделя			
14	Проведение функциональной наладки	7 неделя	60		
15	Расчет мощности адаптера	7 неделя			
16	Расчет надежности адаптера	8 неделя	70		
17	Расчет временных параметров адаптера	9 неделя	80		
	2-ая АТТЕСТАЦИЯ	10 неделя	80		
18	Тестирование и функциональные испытания адаптера	11 неделя	90		
19	Оформление РПЗ	11 неделя			
20	Оформление графической части КП	12 неделя	100		
21	Подготовка к защите и защита проекта	13-14 неделя	100		

Студент _____
(подпись, дата)

Студент _____
(подпись, дата)

Руководитель _____
(подпись, дата)

МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА, ОРДЕНА ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ И ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. Н. Э. БАУМАНА

Кафедра ИУ4

Утверждаю

Зав. кафедрой

(Шахнов В. А.)

" "

201 г.

ЗАДАНИЕ на курсовой проект

студента: _____.

(фамилия, инициалы, группа)

1. Тема задания: Разработка устройства (комплекса/системы) ввода-вывода информации
2. Срок сдачи студентом выполненного задания: 08 ноября 201 года
3. Исходные данные : Основные технические параметры используемых микросхем, интерфейсов, электрические параметры ИС принципиальной схемы. Параметры потребляемой мощности, надежности. Требования к программному обеспечению.

4. Перечень вопросов, подлежащих разработке в курсовом проекте

(краткое содержание курсового проекта): Техническое задание.

1. Введение 2. Обзор и анализ технических решений по теме КП. _____
3. Выбор и описание структурной схемы.... 4. Разработка алгоритма работы устройства...5. Разработка принципиальной схемы устройства..... 6. Разработка функциональной схемы логической части устройства... (разработка логического проекта ПЛИС) 7. Моделирование логического проекта ПЛИС. 8. Описание принципиальной схемы и временных диаграмм.... 9. Разработка программного обеспечения устройства.... 10. Расчет надежности устройства.... 11. Расчет мощности устройства....

5. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Структурная схема комплекса (А1)_____ 2. Структурная схема устройства (А1)
3. Технологический процесс проектирования изделия 4. Электрическая принципиальная схема устройства (А1) 5. Алгоритм работы устройства (А1) 6. Временные диаграммы (А1) _____
7. Блок схема теста (или драйвера) проверки функционирования устройства

6. Курсовой проект должен быть выполнена в виде устройства, обеспечивающего....._____

Дата выдачи задания «.....»200__ г.

Руководитель (_____)

(подпись) (фамилия, инициалы)

Задание принял к исполнению _____

(дата)

Студент _____ (_____)

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования



**«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана»**

(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

ФАКУЛЬТЕТ

Информатики и систем управления

КАФЕДРА

Проектирования и технологии производства ЭА

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

к курсовому проекту на тему:

Система автоматизированного управления

«Умный дом»

Разработал

(Подпись, дата)

(И.О.Фамилия)

Утвердил

(Подпись, дата)

(И.О.Фамилия)

Принял

(Подпись, дата)

(И.О.Фамилия)

Руководитель курсового проекта

(Подпись, дата)

В.А. Шпиев

(И.О.Фамилия)

Москва, 2015

1. НАИМЕНОВАНИЕ И ОСНОВАНИЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ОКР

1.1 Наименование работ: «Разработка системы автоматизированного управления (САУ) (“Умный дом”»». САУ предназначена для автономного управления режимом подачи воды, работой полотенцесушителя и вентиляции.

1.2 Заказчик: Кафедра ИУ4 «Проектирование и технология производства электронной аппаратуры» МГТУ им. Н.Э. Баумана.

1.3 Исполнители:

2. ЦЕЛЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ОКР, НАИМЕНОВАНИЕ И ИНДЕКС ОБРАЗЦА

2.1 Целью выполнения ОКР является изготовление эксплуатационной документации (ЭД) и изготовление опытного образца САУ

3. ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОБРАЗЦАМ

3.1 Требования по составу изделия

3.1.1 Опытный образец изделия состоит из:

- устройства управления, 1 шт.;
- периферийных устройств, 3 шт.;
- программного обеспечения (ПО);
- комплекта эксплуатационной документации (ЭД).

3.1.2 В состав комплекса должны входить:

- управляющее устройство, 1 шт.;
- периферийное устройство, 3 шт.;
- температурный датчик, 2 шт.;
- датчик влажности, 1 шт.;
- датчик освещения, 1 шт.;
- электромагнитные клапаны, 2 шт.;
- вентилятор, 1 шт.

3.1.3 Устройство управления состоит из:

- микрокомпьютера;
- модуля Bluetooth;
- блока питания.

3.1.4 Периферийное устройство состоит из:

- микроконтроллера;
- модуля Bluetooth;
- датчика (температуры, влажности или освещения);
- блока питания.

3.1.5 ПО включает в себя:

- программу работы микрокомпьютера управляющего устройства;
- программу работы микроконтроллера периферийного устройства;
- программу для управления, устанавливаемую на персональный компьютер.

3.1.5 Комплект ЭД включает в себя:

- паспорт устройства;
- руководство по эксплуатации.

3.1.6 Технические характеристики САУ:

- скорость обмена по USB – 1,5 Мбит/с;
- скорость обмена по Bluetooth – 1 Мбит/с;
- напряжение питания – 5 В;
- диапазон работы температурных датчиков не менее 0⁰С...95⁰С.

3.2 Требования по назначению

3.2.1 Изделие предназначено для удаленного или автоматизированного управления подачей воды и вентилятором.

3.2.2.1 Вычислительным центром устройства управления должен являться микрокомпьютер типа Raspberry Pi A (Процессор Broadcom BCM2835 700 MHz, 256 MB RAM).

3.2.2.2 Вычислительным центром каждого периферийного устройства должен являться микроконтроллер типа ATmega328P (20 MHz, Flash 32 Kbyte).

3.2.3.1 Модулем связи устройства управления должен быть модуль Bluetooth типа Bluetooth 4.0 Adapter CSR8510.

3.2.3.2 Модулем связи периферийного устройства должен быть модуль Bluetooth типа Bluetooth 2.1 Adapter HC-06.

3.2.3.3 Связь между периферийными устройствами и устройством управления осуществляется по протоколу Bluetooth и должна быть стабильной на расстоянии до 5 м в жилом помещении (до 3 м при наличии на пути бетонных стен);

3.2.3.4 Связь между устройством управления и персональным компьютером осуществляется по протоколу Bluetooth и должна быть стабильной на расстоянии до 5 м в жилом помещении (до 3 м при наличии на пути бетонных стен);

3.2.3.5 Связь между контроллерами периферийных устройств и датчиками осуществляется по интерфейсу OneWire.

3.2.3.6 Связь между модулями Bluetooth и контроллерами периферийных устройств осуществляется по интерфейсу RS232.

3.2.3.7 Связь между модулем Bluetooth и микрокомпьютером управляющего устройства осуществляется по интерфейсу USB 2.0

3.2.4.1 Управление САУ производится при помощи программного обеспечения для персонального компьютера под управлением операционной системы Windows XP и выше.

3.2.4.2 Информация о состоянии САУ и ее узлов доступна в программном обеспечении для персонального компьютера под управлением операционной системы Windows XP и выше.

3.2.5.1 Электропитание управляющего устройства должно осуществляться по шине USB с номинальным значением питающего напряжения +5 В с предельным допустимым отклонением от номинального не более 5% и с номинальным значением тока потребления 3.2 А.

3.2.5.2 Электропитание периферийного устройства должно осуществляться по шине USB с номинальным значением питающего напряжения +3.3 В с предельным допустимым отклонением от номинального не более 5% и с номинальным значением тока потребления 1 А.

3.2.5.3 Параметры питающей сети: 100-240 В~, 50-60 Гц, 0.6 А.

3.2.6.1 Температурные датчики должны быть цифровыми типа DS18B20 (диапазон измерения: -55...+125°C).

3.2.6.2 Датчик влажности должен быть типа DHT22.

3.2.6.3 Датчик освещения должен быть типа LM393.

3.2.7.1 Вентилятор должен иметь следующие параметры: потребляемая мощность не более 30 Вт, ток потребления 140 мА.

3.2.7.2 Регулятором потока воды должен быть электромагнитный клапан типа MS-MV-2-15-12V-R02-1.

3.2.8 Максимальная потребляемая мощность электронной части должна быть не более 10 Вт.

3.3 Требования по радиоэлектронной защите

Не предъявляются.

3.4 Требования по живучести и стойкости к внешним воздействиям

3.4.1 Модули САУ должны соответствовать требованиям эксплуатации с ограничениями в составе штатного изделия:

- предельной пониженной рабочей температурой среды: 0°C;
- предельной повышенной рабочей температурой среды: плюс 50°C.

3.4.2 Требования по устойчивости к воздействию соляного (морского) тумана, компонентов ракетного топлива, песка, солнечного излучения не предъявляются.

3.5 Требования по надежности

3.5.1 Средняя наработка на отказ модулей САУ должна быть не менее 10000 часов. Проверка наработки на отказ осуществляется расчетным путем.

3.5.2 Ресурс модулей САУ должен быть не менее 10000 часов в течение срока службы 3 лет.

3.5.3 Вероятность безотказной работы должна быть не менее 0.95 в течение 2000 часов.

3.6 Требования по эргономике и технической эстетике

Не предъявляются.

3.7 Требования эксплуатации, хранению, удобству технического обслуживания и ремонта.

3.7.1 Модули САУ должны обеспечивать непрерывную работу в течение двух часов до нескольких раз в день ежедневно. Перерывы предусматриваются для проведения регламентных работ не чаще 1 раза в год.

3.7.2 Вышедший из строя в процессе эксплуатации модуль САУ должен заменяться на исправный.

3.7.3 Гарантийный срок хранения САУ должен быть 3 года с момента приемки.

3.7.4 Гарантийный срок эксплуатации САУ – 2 года с момента ввода в эксплуатацию в составе системных изделий.

3.7.5 Гарантийный и послегарантийный ремонт САУ должен производиться изготовителем. Послегарантийный ремонт производится по отдельному договору.

3.7.6 САУ не должно требовать при эксплуатации работ по настройке и регулировке.

3.8 Требования по транспортабельности

Не предъявляются

3.9 Требования по безопасности и экологической защите

3.9.1 При эксплуатации САУ должно обеспечивать безопасность обслуживающего персонала от поражения электрическим током.

3.10 Требования по стандартизации и унификации

3.10.1 Доработка, изготовление и испытания должны осуществляться на основе действующей нормативно-технической документации, государственных стандартов ЕСКД, ЕСПД.

3.10.2 Требования по проверке патентной чистоты не предъявляются.

3.10.3 Доработка САУ должна проводиться с учетом руководящих указаний по конструированию Заказчика.

3.11 Требования по технологичности 85,6 × 53,98×17

3.11.1 Конструкция САУ должна быть технологически пригодной для мелкосерийного производства.

3.12 Конструктивные требования

3.12.1 Конструктивно САУ должно быть выполнено в виде устройства управления размерами не более 140мм × 80мм × 40мм и периферийных устройств размерами 80мм × 80мм × 40мм каждый.

3.12.2 Габаритный и сборочный чертежи печатной платы, а также размещение компонентов должны быть согласованы с Заказчиком.

4. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

4.1 Лимитная цена ОКР определяется договором.

5. ТРЕБОВАНИЯ ПО ВИДАМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ

5.2 Требования к САУ по математическому, программному и информационному обеспечению

5.2.1 В состав ПО изделия должны входить:

- тестовое ПО для работы в среде Windows;
- драйвер устройства для ОС Windows;
- программы работы микрокомпьютера управляющего устройства;
- программы работы микроконтроллера периферийного устройства.

Примечание:

Требования к ПО определяются отдельным протоколом, предоставляемым Заказчиком и согласованным с Исполнителем, в срок не позднее одного месяца после подписания настоящего ТЗ.

6. ТРЕБОВАНИЯ К СЫРЬЮ, МАТЕРИАЛАМ И КОМПЛЕКТУЮЩИМ ИЗДЕЛИЯМ МЕЖОТРАСЛЕВОГО ПРИМЕНЕНИЯ

6.1 При проектировании изделия должны использоваться ЭРИ и материалы, разрешенных для применения в изделиях. В опытных образцах САУ допускается применение комплектующих изделий иностранного производства, согласование применения производится в установленном порядке.

7. ТРЕБОВАНИЯ К КОНСЕРВАЦИИ, УПАКОВКЕ И МАРКИРОВКЕ

7.1 САУ в тарной упаковке должно быть устойчиво к хранению в отапливаемых хранилищах в течение 5 лет.

7.2 Состав маркировки согласовывается с Заказчиком. Маркировка должна быть устойчива в течение всего срока службы изделия.

8. ТРЕБОВАНИЯ К УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНЫМ СРЕДСТВАМ

Не предъявляются.

9. ЭТАПЫ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ

9.1 Этап I. Корректировка рабочей конструкторской документации на САУ, изготовление, настройка и поставка опытного образца САУ, разработка и отладка тестового ПО опытного образца.

9.2 Этап II. Проведение расчетов надежности, потребляемой мощности, создание технического описания САУ, разработка и отладка управляющего ПО.

Примечание

1. Требования к тестовому ПО определяются отдельным протоколом, предоставляемым Заказчиком и согласованным с Исполнителем, в срок не позднее одного месяца после подписания настоящего ТЗ;

2. Приемка изделия осуществляется двухсторонней комиссией, утверждаемой совместно уполномоченными лицами Заказчика и Исполнителя.

9.4 Форма окончания работ

Комиссии по приемке работ предъявляются:

на этапе I:

- один опытный образец;
- комплект КД и ПД изделия в согласованном объеме.

на этапе II:

- комплекты КД и ЭД;
- расчет показателей надежности САУ и потребляемой мощности;
- протоколы и акт ПИ.

10. СТАДИИ И ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ

№	Наименование стадии разработки	Наименование этапа разработки	Ответственные за исполнение	Отчетность
1	Техническое задание на изделие «Система автоматизированного управления (САУ) ванной комнатой (“Умный дом”»)	Исследование области применения и способов реализации изделия	Ковалев Подорин	Сформированные требования к функциональности
		Разработка сокращенного и расширенного технического задания		Описанная исходная информация и согласованные стадии, и этапы разработки
2	Разработка эскизно-технического проекта Устройства	Разработка структурной и функциональной схем, алгоритмов работы модулей САУ	Ковалев Подорин	Укрупненные структурная и функциональная схемы, алгоритмы работы модулей
		Разработка алгоритмов работы с ПО на ПК	Ковалев Подорин	Алгоритмы работы ПО
3	Разработка рабочей конструкторской документации	Разработка электрической схемы	Ковалев Подорин	ЭЗ, ПЭЗ
		Разработка программной документации	Ковалев Подорин	Исходный код ПО, откомпилированная программа, руководство пользователя
4	Изготовление опытного образца изделия	Проработка деталей принципиальной схемы и конструкторских особенностей изделия	Ковалев Подорин	Подбор комплектующих компонентов и определение конструкции изделия
		Доработка ПО и документации к ней	Ковалев Подорин	Исходный код ПО, откомпилированная программа
		Тестирование работоспособности макета, ПО	Ковалев Подорин	Промежуточный отчет по результатам тестирования

№	Наименование стадии разработки	Наименование этапа разработки	Ответственные за исполнение	Отчетность
		Устранение неисправностей и/или настройка изделия	Ковалев Подорин	Итерационный процесс устранения неисправностей (без отчетности)
5	Оформление комплекта эксплуатационной документации		Ковалев Подорин	Оформленная согласно ЕСКД и ЕСПД документация на изделие, руководство пользователя ПО
6	Приемка изделия		Ковалев Подорин	Защита курсового проекта

«СОГЛАСОВАНО» От Заказчика	«СОГЛАСОВАНО» От Исполнителя
-------------------------------	---------------------------------

СОДЕРЖАНИЕ

Аннотация

СПИСОК УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ, СОКРАЩЕНИЙ И ТЕРМИНОВ

ВВЕДЕНИЕ

1 ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЧАСТЬ

- 1.1 Обзор интерфейса RS232
 - 1.2 Обзор существующих аналогов.
 - 1.3 Технические параметры аналогов.
 - 1.4 Описание функционирования аналогов.
- Выводы

2 СТРУКТУРНАЯ СХЕМА ТЕРМОСТАТА

- 2.1 Выбор структурной схемы
 - 2.2 Разработка технологического процесса проектирования термостата
 - 2.3 Разработка структурной схемы термостата
 - 2.4 Разработка алгоритма работы термостата
- Выводы

3 ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА ТЕРМОСТАТА

- 3.1 Разработка функциональной схемы термостата
 - 3.2 Разработка программных алгоритмов функционирования приложения в ОС
 - 3.3 2 Разработка программных алгоритмов аппаратной части термостата
- Выводы

4 ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА

- 4.1 Выбор элементной базы
 - 4.2 Разработка электрической принципиальной схемы
 - 4.3 Перечень элементов
 - 4.4 Описание функционирования термостата
- Выводы

5 РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

- 5.1 Разработка драйвера устройства под ОС Windows
 - 5.2 Разработка тестирующего ПО
- Выводы

6 РАСЧЕТ МОЩНОСТИ ТЕРМОСТАТА

- 6.1 Описание методики расчета потребляемой мощности
 - 6.2 Расчет мощности термостата
- Выводы

7 РАСЧЕТ ВРЕМЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ ТЕРМОСТАТА

- 7.1 Описание методики расчета временных параметров термостата
 - 7.2 Расчет временных параметров термостата
- Выводы

8 РАСЧЕТ НАДЕЖНОСТИ ТЕРМОСТАТА

- 8.1 Описание методики расчета надежности термостата
 - 8.2 Расчет надежности термостата
- Выводы

9 РАЗРАБОТКА РАБОЧЕГО МАКЕТА

- 9.1 Монтаж узлов термостата

9.2 Отработка программного обеспечения термостата

Выводы

10 ТЕСТИРОВАНИЕ ТЕРМОСТАТА

10.1 Методика тестирования

10.2 Результаты тестирования

Выводы

11 РАЗРАБОТКА ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ О ВЫПОЛНЕНИИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

ПРИЛОЖЕНИЕ А. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ КП В ФОРМАТЕ А3.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б. ТЕКСТОВАЯ ЧАСТЬ КП на компакт диске.

ПРИЛОЖЕНИЕ В. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ на компакт диске.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ КП ДЛЯ ЗАЩИТЫ В ФОРМЕ ПРЕЗЕНТАЦИИ на компакт диске.

Методические указания по выполнению расчета надежности и мощности

Расчет надежности спроектированного устройства

Расчеты показателей безотказности технических систем (ТС) обычно проводятся в предположении, что как вся система, так и любой ее элемент могут находиться только в одном из двух возможных состояний - работоспособном и неработоспособном и отказы элементов независимы друг от друга. Состояние системы (работоспособное или неработоспособное) определяется состоянием элементов и их сочетанием. Поэтому теоретически возможно расчет безотказности любой ТС свести к перебору всех возможных комбинаций состояний элементов (метод прямого перебора), определению вероятности каждого из них и сложению вероятностей работоспособных состояний системы.

Для расчетов параметров надежности удобно использовать *структурно - логические схемы надежности* ТС, которые графически отображают взаимосвязь элементов и их влияние на работоспособность системы в целом. Структурно - логическая схема представляет собой совокупность ранее выделенных элементов, соединенных друг с другом последовательно или параллельно. Критерием для определения вида соединения элементов (последовательного или параллельного) при построении схемы является влияние их отказа на работоспособность ТС.

Системой с последовательным соединением элементов называется система, в которой отказ любого элемента приводит к отказу всей системы. Такое соединение элементов в технике встречается наиболее часто, поэтому его называют *основным соединением*.

В системе с последовательным соединением для безотказной работы в течении некоторой наработки t необходимо и достаточно, чтобы каждый из ее n элементов работал безотказно в течении этой наработки. Считая отказы элементов независимыми, вероятность одновременной безотказной работы n элементов определяется по теореме умножения вероятностей: вероятность совместного появления независимых событий равна произведению вероятностей этих событий:

$$P(t) = p_1(t)p_2(t)\dots p_n(t) = \prod_{i=1}^n p_i(t) = \prod_{i=1}^n (1 - q_i(t)) \quad (1)$$

(далее аргумент t в скобках, показывающий зависимость показателей надежности от времени, опускаем для сокращения записей формул). Соответственно, вероятность отказа такой ТС

$$Q = 1 - P = 1 - \prod_{i=1}^n p_i = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - q_i). \quad (2)$$

Если система состоит из равнонадежных элементов ($p_i = p$), то

$$P = p^n, \quad Q = 1 - (1 - q)^n. \quad (3)$$

Из формул очевидно, что даже при высокой надежности элементов надежность системы при последовательном соединении оказывается тем более низкой, чем больше число элементов (например, при $p = 0.95$ и $n = 10$ имеем $P = 0.60$, при $n = 15$ $P = 0.46$, а при $n = 20$ $P = 0.36$). Кроме того, поскольку все сомножители в правой части выражения (1) не превышают единицы, вероятность безотказной работы ТС при последовательном соединении не может быть выше вероятности безотказной работы самого ненадежного из ее элементов (принцип "хуже худшего") и из малонадежных элементов нельзя создать высоконадежной ТС с последовательным соединением.

Если все элементы системы работают в периоде нормальной эксплуатации и имеет место простейший поток отказов, наработки элементов и системы подчиняются экспоненциальному распределению и на основании (1) можно записать

$$P = \prod_{i=1}^n \exp(-\lambda_i t) = \exp\left[-\left(\sum_{i=1}^n \lambda_i\right)t\right] = \exp(-\Lambda t), \quad (4)$$

где

$$\Lambda = \lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n = \sum_{i=1}^n \lambda_i = \text{const} \quad (5)$$

есть интенсивность отказов системы. Таким образом, интенсивность отказов системы при последовательном соединении элементов и простейшем потоке отказов равна сумме интенсивностей отказов элементов.

Показатели интенсивности отказов комплектующих берутся на основании справочных данных. Для примера в табл. 1 приведена интенсивность отказов некоторых элементов.

Таблица 1 Интенсивность отказов элементов

№	Наименование элемента	Интенсивность отказов, $\cdot 10^{-7}$
1	Резисторы	0,0001...1,5
2	Конденсаторы	0,001...16,4
3	Трансформаторы	0,002...6,4
4	Катушки индуктивности	0,002...4,4
5	Реле	0,05...101
6	Диоды	0,012...50
7	Триоды	0,01...90
8	Коммутационные устройства	0,0003...2,8
9	Разъемы	0,001...9,1
10	Соединения пайкой	0,01...1
11	Провода, кабели	0,01...1
12	Электродвигатели	100...600

Системой с параллельным соединением элементов называется система, отказ которой происходит только в случае отказа всех ее элементов. Такие схемы надежности характерны для ТС, в которых элементы дублируются или резервируются, т.е. параллельное соединение используется как метод повышения надежности (см. п. 4.2). Однако такие системы встречаются и самостоятельно (например, системы двигателей четырехмоторного самолета или параллельное включение диодов в мощных выпрямителях).

Для отказа системы с параллельным соединением элементов в течение наработки t необходимо и достаточно, чтобы все ее элементы отказали в течение этой наработки. Так что отказ системы заключается в совместном отказе всех элементов, вероятность чего (при допущении независимости отказов) может быть найдена по теореме умножения вероятностей как произведение вероятностей отказа элементов:

$$Q = q_1 q_2 \dots q_n = \prod_{i=1}^n q_i = \prod_{i=1}^n (1 - p_i). \quad (6)$$

Соответственно, вероятность безотказной работы

$$P = 1 - Q = 1 - \prod_{i=1}^n q_i = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - p_i). \quad (7)$$

Для систем из равнонадежных элементов ($p_i = p$)

$$Q = q^n, \quad P = 1 - (1 - p)^n, \quad (8)$$

т.е. надежность системы с параллельным соединением повышается при увеличении числа элементов (например, при $p = 0.9$ и $n = 2$ $P = 0.99$, а при $n = 3$ $P = 0.999$).

Поскольку $q_i < 1$, произведение в правой части (6) всегда меньше любого из сомножителей, т.е. вероятность отказа системы не может быть выше вероятности самого надежного ее элемента (“лучше лучшего”) и даже из сравнительно ненадежных элементов возможно построение вполне надежной системы.

При экспоненциальном распределении наработки выражение (8) принимает вид

$$P = 1 - [1 - \exp(-\lambda t)]^n, \quad (9)$$

Большинство реальных ТС имеет сложную *комбинированную структуру*, часть элементов которой образует последовательное соединение, другая часть - параллельное, отдельные ветви элементы или ветви структуры образуют мостиковые схемы или типа “m из n”.

Метод прямого перебора для таких систем оказывается практически не реализуем. Более целесообразно в этих случаях предварительно произвести декомпозицию системы, разбив ее на простые подсистемы - группы элементов, методика расчета надежности которых известна. Затем эти подсистемы в структурной схеме надежности заменяются квазиэлементами с вероятностями безотказной работы, равными вычисленным вероятностям безотказной работы этих подсистем. При необходимости такую процедуру можно выполнить несколько раз, до тех пор, пока оставшиеся квазиэлементы не образуют структуру, методика расчета надежности которой также известна.

В основе расчета должен лежать перечень элементов на составные части разработанного изделия. Статистические данные (показатели надежности) о надежности отдельных элементов должны быть сведены в таблицу¹.

Таблица ... (пример).

Позиция	Наименование элемента	Количество	Интенсивность отказов λ_i , $10^{-6}/\text{час}$
C1 .. C5	КМ5Б Н90, 0,1 мкФ	5	0,01
C6	КМ5Б Н1500, 2,2 нФ	1	0,01
C7	КМ5Б Н30, 0,1 мкФ	1	0,01
C8	КМ5Б М47, 22 пФ	1	0,01
C9	К50-35 4,7мкФ	1	0,05
C10	КМ5Б М47, 22 пФ	1	0,01
C11	К50-35 100мкФ	1	0,05
C12	К10-17В Н90	1	0,01
D1	АТ89С5131	1	0,01
D2	HD4480	1	0,01
D3	2950А	1	0,01
HL1	Светодиод HB5-433AGCA	1	0,001
HL2	Светодиод HB3b-446ARA	1	0,001
R1	C1-4, 1 Вт	1	0,002
R2	C2-23, 1 Вт	1	0,05
R3	C1-4, 1 Вт	1	0,002
R4	C1-4, 1 Вт	1	0,002
R5	C2-23, 1 Вт	1	0,05
R6	C2-23, 1 Вт	1	0,05
R7, R8	C2-23, 1 Вт	2	0,05
R9	Реостат контрастно- сти	1	0,2
R10	C1-4, 1 Вт	1	0,002
ZQ	Кварц	1	0,05
	Ключ	3	0,05

¹ Все данные о надежности были взяты из справочных таблиц, рассмотренных в курсе «Конструкторское проектирование электронной аппаратуры»

	Разъем USB B-тип	1	0,05
	Разъем под контроллер HD4480	1	0,05
	ЖК-индикатор	1	0,05
			$\Sigma\lambda_i = 1,03 \times 10^{-6}$

Рассчитаем вероятность безотказной работы за время $t = 500$ часов

Вероятность безотказной работы за время t (заданное в ТЗ) определяется по формуле:

$$P = e^{-\sum_{i=1}^n \lambda_i t} = e^{-0,000515} = 0,999485.$$

Средняя наработка на отказ определяется по формуле

$$T_0 = \frac{1}{\sum \lambda_i} \approx 10^6 \text{ ч}$$

Выводы

1. На основании расчета можно заключить, что надежность системы полностью удовлетворяет требованиям технического задания, в котором требуемая надежность в течение 500 часов работа равна 0,93.
2. В случае, если полученные значения надежности не соответствуют заданным в ТЗ необходимо выявить наименее надежный элемент и предложить варианты повышения надежности, разработанного устройства.

Расчет мощности спроектированного устройства

Исходными данными для расчета мощности, разработанного изделия является принципиальная схема, перечень элементов и технические параметры (токи, напряжения, частоты, временные задержки) используемых ЭРЭ.

Исходные данные должны быть сведены в таблицу

Позиционное обозначение	Наименование элемента	Ток макс/мин	Напряжение	Мощность потребления
R2	1,5 кОм			
R9	22 кОм			
R7,R8	1 кОм			
HL1	индикатор		3,5 В	
HL2	индикатор		1,86 В	
D1	микросхема	$I_{\text{потр.}} = 30$ мА		
D2	микросхема	$I_{\text{потр.}} = 150$ мкА		
D3	микросхема	$I_{\text{потр.}} = 75$ мкА		

Расчет мощности, потребляемой дискретными компонентами

Дискретными компонентами являются резисторы и светодиоды. По каждому дискретному компоненту необходимо произвести расчет потребляемой мощности исходя из электрической схемы подключения, с учетом протекающих токов или имеющихся потенциалов.

$$P_R = \frac{(U_{cc} - U_{HL1})^2}{R7}$$

Мощность, потребляемая светодиодами:

$$P_{HL} = U_{\Delta} I_R = U_{\Delta} \frac{U_{cc} - U_{HL1}}{R}$$

Мощность, потребляемая цифровыми микросхемами определяется на основании технических параметров, взятых из справочника

Мощность, потребляемая контроллером AT89C5131, равна:

$$P_{D\text{мин}} = U_{\text{пит.}} I_{\text{мин.}} = 5 \text{ В} * 30 \text{ мкА} = 150 \text{ мВт}$$

$$P_{D\text{макс}} = U_{\text{пит.}} I_{\text{макс.}} = 5 \text{ В} * 50 \text{ мкА} = 250 \text{ мВт}$$

$$P_{\text{ср}} = (P_{D\text{мин}} + P_{D\text{макс}}) / 2$$

Расчет суммарной потребляемой мощности

Суммарная потребляемая мощность равна:

$$P_{\text{мин}} = \sum P_{\text{мин}i}$$

$$P_{\text{макс}} = \sum P_{\text{макс}i}$$

$$P_{\text{ср}} = \sum P_{\text{ср}i}$$

Выводы.

Выводы по результатам расчета мощности должны указать на соответствие требованиям ТЗ. В противном случае необходимо предложить мероприятия по обеспечению получения заданных в ТЗ параметров.