

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Юдина Светлана Валентиновна

Должность: Директор АФ КНИТУ-КАИ

Дата подписания: 11.03.2022 16:39:51

Уникальный программный ключ:

ee380433c1f82e02d4d5ce32f117158c7c34ed0ff4b383f650075f51c9c70790

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования

Казанский национальный исследовательский технический университет

им. А. Н. Туполева-КАИ

(КНИТУ-КАИ)

Альметьевский филиал

УСТРОЙСТВО СРЕДСТВ ИКТ

Методические указания к выполнению курсовой работы

**Альметьевск
2020**

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина “Устройства средств ИКТ” занимает важное место в подготовке специалистов в области проектирования электронных устройств приборостроения. При изучении дисциплины ставится задача формирования у студентов технического мышления, обучения практическим навыкам проектирования электронных устройств различного назначения. Навыки, полученные студентами при выполнении курсовых проектов по дисциплине

Электронные устройства являются необходимой составляющей приборов и информационно-измерительных систем. Современные электронные узлы характеризуются широкими функциональными возможностями, высокими техническими и эксплуатационными характеристиками, которые могут быть скорректированы в соответствии с требованиями конкретного потребителя, низкой потребляемой мощностью. Электронные устройства обеспечивают управление технологическими процессами, автомобилем, обработку, хранение, передачу и защиту информации и физических объектов, и т.д. Для решения задачи проектирования электронных устройств различных областей применения необходимо готовить специалистов широкого профиля. Поэтому при работе над курсовым проектом необходимо уделять внимание системному подходу к проектированию, обоснованности и оптимизации принятых технических решений.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 ЦЕЛИ, ЗАДАЧИ И ТЕМАТИКА КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовое проектирование – вид учебного процесса по изучаемой дисциплине, результатом которого является курсовой проект или курсовая работа, предусмотренные учебным планом и выполняемые студентом самостоятельно под руководством преподавателя.

За время изучения дисциплины “Устройства средств ИКТ” студенты выполняют курсовую работу (КР).

Целью КР является закрепление на практике изученных теоретических положений, развитие и проверка навыков поиска инженерных решений в процессе анализа работы заданной схемы и расчёта её характеристик и параметров элементов, а также развитие навыков экспериментальной проверки полученных теоретических результатов.

Тематикой КР могут быть: а) анализ работы, расчёт и экспериментальное исследование основных характеристик и параметров конкретных электрических схем (усилителей, активных фильтров, генераторов гармонических и импульсных сигналов, компараторов, интеграторов, дифференциаторов, сумматоров, электрических ключей, базовых логических

элементов, триггерных структур и др.); б) сравнительный анализ и экспериментальное исследование основных характеристик однотипных функциональных узлов с развитым схемным исполнением.

Целями КП могут быть: а) закрепление навыков, полученных при выполнении КР; б) выработка и проверка навыков проектирования без заранее заданной схемы, поиска оптимальных решений на основе анализа существующих аналогов, обучение навыкам проработки различных вариантов построения проектируемого устройства, расчёта и экспериментального исследования его основных параметров.

Тематикой КП могут быть:

а) Проектирование функциональных узлов аналоговых и цифровых устройств (RC- и LC-автогенераторы, активные фильтры, функциональные преобразователи аналоговых сигналов, преобразователи кодов, шифраторы, дешифраторы, мультиплексоры, демультимплексоры, сумматоры, регистры, счетчики, преобразователи цифровых и аналоговых сигналов).

б) Проектирование устройств, созданных на базе перечисленных функциональных узлов (измерительные устройства и приборы, устройства контроля состояния объектов, устройства сбора, ввода, анализа коммутации и вывода информации, устройства преобразования аналоговой и цифровой информации и др.)

Также целями курсового проектирования являются обучение навыкам пользования специальной технической литературой, справочниками, стандартами, подготовка студента к выполнению дипломного проекта и дальнейшей работе по специальности.

1.2 СОСТАВ, СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЁМ КУРСОВОГО ПРОЕКТА (РАБОТЫ)

Курсовой проект (работа) должен состоять из пояснительной записки и графической части. В отдельных случаях проект дополняется макетами, стендами и другими формами, выполняемыми студентом в результате его самостоятельного труда и соответствующими заданию на проектирование.

Структура и объем пояснительной записки и графической части курсового проекта устанавливаются кафедрой, исходя из характера проекта и учебной дисциплины.

В общем случае, в соответствии с заданием к курсовому проекту по специальной дисциплине, рекомендуется следующий состав и порядок расположения материала в пояснительной записке:

- титульный лист стандартного образца;
- задание на выполнение курсового проекта стандартного образца;
- перечень и спецификация чертежей, пояснительной записки, дополнительных материалов (ведомость проекта);
- реферат;
- содержание;
- введение (цели проекта);

- техническое описание и критический анализ объекта проектирования;
- проектные решения конструкторского, технологического или программно-информационного характера с результатами расчетов;
- проектные решения организационного и экономического характера (если таковые заданы) с программами и результатами расчетов;
- выводы и рекомендации;
- список использованных источников, в т.ч. нормативных, проектных и справочных документов;
- приложения (перечень использованных элементов, чертеж печатной платы, результаты компьютерного моделирования, алгоритмы и др.).

Допускается иное содержание пояснительной записки и порядок расположения материала при условии, что они будут более подробно раскрывать тему курсового проекта.

Задание на курсовой проект должно содержать наименование темы проекта и предусматривать по возможности комплексное решение инженерных задач. Вместе с тем один из частных вопросов задания того или иного характера выделяется в качестве специальной части проекта и подлежит более глубокой разработке на основе общего решения.

В задании на курсовой проект (работу) указывается:

- наименование работы;
- содержание курсового проекта (работы) и рекомендуемый объем отдельных частей;
- специальная часть проекта;
- исходные данные;
- рекомендуемая литература;
- дата выдачи задания и сроки сдачи курсового проекта (работы);
- исходные данные к курсовому проекту (работе);
- содержание пояснительной записки;
- перечень графического материала;
- календарный план работы студента над проектом.

Задание на курсовой проект должно содержать элемент новизны, активизирующий инициативу студента. Каждое задание должно быть достаточно индивидуальным, а его тематика комплексной, охватывающей несколько взаимосвязанных задач.

Задания оформляются на бланке.

1.3 ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Работа над курсовым проектом является самостоятельной работой студента, проводимой под руководством и контролем руководителя проекта. Студент консультируется у своего руководителя в установленное расписанием время.

Получив задание, студент организует работу в следующей последовательности:

- уточняет задание и возможные варианты решения поставленной задачи в зависимости от конкретных технических параметров проектируемого изделия;
- подбирает и изучает литературу по теме проекта;
- разрабатывает, оформляет и согласует с руководителем “Техническое задание на КП” (см. раздел 3.4)
- разрабатывает варианты структурной и функциональной схем, производит их сравнительную оценку и после согласования с руководителем выбирает базовые схемы;
- прорабатывает различные варианты принципиальной схемы и после согласования с руководителем выбирает базовую схему;
- разрабатывает окончательный вариант принципиальной схемы и производит расчёты характеристик и параметров в соответствии с заданием; расчет выходных параметров устройства производится с учетом номинальных значений параметров выбранных элементов и их разброса (технологического и в диапазоне отклонений питающих напряжений и температуры) и параметров реальных активных элементов с учетом выбранного режима работы и рабочего частотного диапазона;
- выполняет экспериментальное исследование характеристик и параметров, определяемых заданием, и сравнивает их с расчётными данными (экспериментальное исследование может проводиться методами электронного моделирования на ЭВМ); принятые в проекте технические решения должны сопровождаться выводами, в выводах необходимо отразить степень соответствия результатов проектирования требованиям задания на проектирование;
- оформляет пояснительную записку, графические материалы, материалы экспериментальных исследований и приложения (см. разделы 3.4, 3.5, 3.6), готовит доклад к защите КП.

Защита проекта производится перед комиссией и включает доклад и ответы на вопросы членов комиссии. На защите проекта студенту предоставляется для доклада время около 8 мин. Общая продолжительность защиты с учетом ответов на вопросы составляет 10...15 мин. В докладе излагаются задачи проектирования и их реализация, обоснование принятых решений, краткая характеристика каждого листа графического материала. Студенту на защите могут задаваться любые вопросы по теме проекта.

1.4 Выполнение проекта (работы) в электронной форме

По решению кафедры может быть разрешено представление курсового проекта (курсовой работы) в электронной форме. При этом студент выполняет весь объем работ, предусмотренных требованиями к курсовым проектам. Изменяется только перечень и форма представляемых к защите материалов.

К защите студент представляет графические материалы и пояснительную записку в печатном виде в составе:

графические материалы, в соответствии с Заданием на курсовое проектирование,
 пояснительную записку в составе:
 титульный лист,
 лист Задания,
 реферат,
 выводы по материалам курсового проекта,
 описание файлов проекта, находящихся на электронных носителях – дискетах 3,5", компакт диске CD-R (не CD-RW или DVD).

Основные материалы проекта (работы) представляются на электронных носителях информации в виде:

в файле index – описание файлов проекта (работы),
 в каталоге DOC – пояснительная записка и графические материалы,
 в каталоге EXE – исполняемые файлы и файлы разработанных приложений,

в каталоге GRAF – иллюстративный материал и файлы презентации.

Структура пояснительной записки должна поддерживать форматирование стилями и обеспечивать формирование оглавления в автоматическом режиме. Наименования в тексте (подписи к рисункам и таблицам) должны иметь уникальное обозначение, формирование которого должно производиться в автоматическом режиме. Все главы и разделы пояснительной записки должны иметь единое стилистическое оформление.

Описание файлов проекта (работы) оформляется в соответствии с таблицей 1.1 и представляется отдельным файлом index в формате rtf. Файл описи размещается на первом носителе. Имена файлов должны отражать индивидуальные особенности проекта: номер группы (последние три цифры), фамилию студента (сокращается до трех- пяти букв) или название темы проекта.

Таблица 1.1 – Описание файлов проекта (работы)

Имя файла и расширение	Объем файла	Содержание	Размещение файла, № носителя и каталог	Редактор и версия программы, в которой создан файл
Index.doc	24 КБ	описание проекта	Носитель 1/ DOC	Word 2003 rus
020_Ярош.doc	1,2 МБ	пояснительная записка	Носитель 1/ DOC	Word 2003 rus
020_Ярош_1.ewb	24 КБ	результаты моделирования схемы генератора	Носитель 2/ MOD	EWB 5.12
020_Sh_rasch.mcd	14 КБ	Расчет колебательной характеристики генератора	Носитель 2/ MOD	Math CAD 2001 rus

Исходные тексты программ расчета, моделирования, баз данных и т.д. не должны включать отладочный код.

При необходимости сохранения файлов, размер которых превышает объем носителя, они архивируются. Файловый архив должен иметь формат zip. Допускается использование самораспаковывающихся архивов.

2 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАЗРАБОТКЕ И ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА (РАБОТЫ)

2.1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Обзор литературы представляет собой краткое изложение изученной по теме проекта литературы.

В этом разделе проекта излагается современная научная точка зрения по разрабатываемому вопросу. Часто обзор начинается введением, в котором даются определения, связанные с разрабатываемым электронным устройством (ЭУ), указываются, какие задачи они могут решать, анализируются области их применения.

Обзор обычно содержит классификацию рассматриваемого типа ЭУ, излагаются общие принципы их действия, обсуждаются основные их параметры (характеристики) и на основе их сравнения отмечаются их недостатки и достоинства.

При необходимости в обзоре приводят общие схемы рассматриваемых устройств, графики и диаграммы, поясняющие их наиболее важные характеристики.

В пояснительной записке обзор литературы и разработка структурной схемы часто объединяются в одном подразделе "Выбор и обоснование структурной схемы". При этом название раздела должно отражать конкретные особенности проектируемого устройства, например, "Выбор структурной схемы генератора гармонических колебаний со стабилизацией частоты и амплитуды".

2.2 РАЗРАБОТКА И ВЫПОЛНЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМ

Основным видом конструкторских документов в электротехнике, радиоэлектронике, вычислительной технике и связи являются схемы. Правила выполнения и оформления схем регламентируют Государственные стандарты Единой системы конструкторской документации (ЕСКД):

- ГОСТ 2.701 – 84 "ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению";
- ГОСТ 2.702 – 75 "ЕСКД. Правила выполнения электрических схем".

Схемы выполняют без соблюдения масштаба и действительного пространственного расположения составных частей изделия. Необходимое количество типов схем, разрабатываемых на проектируемое изделие, а также количество схем каждого типа определяется разработчиком (студентом) в зависимости от особенностей изделия. Комплект схем должен быть по возможности минимальным, но содержать сведения в объеме, достаточном для проектирования, изготовления, эксплуатации и ремонта изделия. Схему разрешается выполнять на нескольких листах.

На схемах, как правило, используют стандартные условные графические обозначения. Если необходимо использовать не стандартизованные обозначения некоторых элементов, то на схеме делают соответствующие пояснения. При выполнении схем следует добиваться наименьшего числа изломов и пересечений линий связи, сохраняя между параллельными линиями расстояние не менее 3 мм.

В зависимости от видов элементов и связей, входящих в состав изделия, схемы имеют следующие буквенные коды:

Наименование схемы	Буквенный код схемы
Электрические	Э
Гидравлические	Г
Пневматические	П
Газовые (кроме пневматических)	Х
Кинематические	К
Вакуумные	В
Оптические	Л
Деления	Е
Комбинированные	С

Под комбинированной схемой понимается один конструкторский документ, на котором выполнены схемы двух или более видов, выпущенные на одно изделие. Например, схема электрогидравлическая. В зависимости от основного назначения типы схем имеют следующие цифровые коды:

Наименование схемы	Цифровой код схемы
Структурные	1
Функциональные	2
Принципиальные (полные)	3
Соединений (монтажные)	4
Подключения	5
Общие	6
Расположения	7
Объединенные	0

Код схемы состоит из буквы, определяющей вид схемы, и цифры, обозначающей тип схемы, например, Э3 – схема электрическая принципиальная, Э4 – схема электрическая соединений.

Структурная схема определяет основные функциональные части изделия, их назначение и взаимосвязи. Структурная схема должна наиболее полно отображать состав разрабатываемого устройства. На структурной схеме изображают все основные структурные части изделия обычно в виде прямоугольников и основные взаимосвязи между ними. На схеме должны быть указаны наименования каждой структурной части, если для ее обозначения применен прямоугольник, а не условное графическое обозначение. Наименования рекомендуется вписывать в прямоугольники. Если полные наименования в прямоугольники не помещаются, в них вписывают аббревиатуры наименований, которые разъясняют в таблице, помещаемой на схеме. Структурные схемы разрабатывают при проектировании изделий (установок) на стадиях, предшествующих разработке схем других типов. Их используют для общего ознакомления с изделием (установкой).

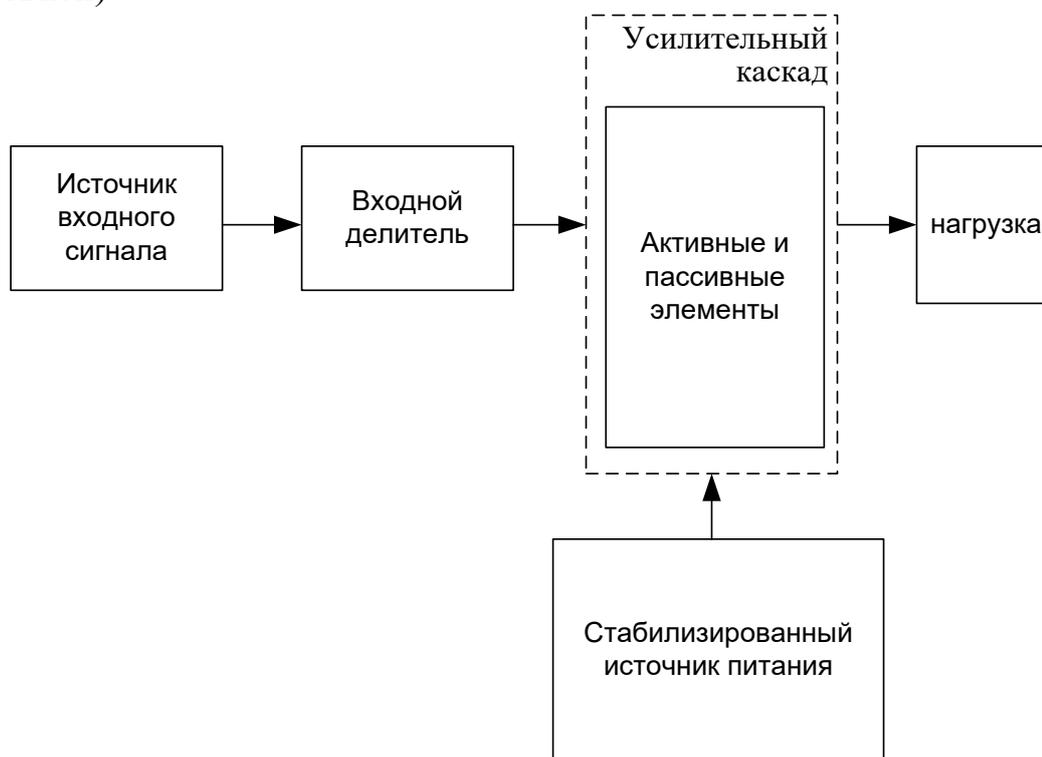


Рисунок 2.1 – Структурная схема усилительного каскада

Функциональная схема служит для разъяснения процессов, протекающих в отдельных функциональных цепях изделия (установки) или в изделии (установке) в целом. Такие схемы используют для изучения принципов работы изделий (установок), а также при их наладке, контроле и ремонте в процессе эксплуатации. Графическое построение схемы должно давать наиболее наглядное представление о последовательности взаимодействия функциональных частей устройства. На линиях взаимосвязи рекомендуется стрелками указывать направления действия сигналов или

потоков энергии. Обычно на структурных и функциональных схемах линия взаимосвязи может обозначать как одну линию электрической связи (два проводника), так и множество линий электрической связи (шина).

Если функциональных частей много, вместо наименований можно присваивать им порядковые номера, возрастающие сверху вниз в направлении слева направо. Номера проставляют справа от изображения или над ним. Наименования функциональных частей указывают в таблице, помещаемой на схеме. Система обозначений на схеме должна быть единая (наименования, аббревиатуры или порядковые номера).

Допускается помещать на схеме поясняющие надписи, диаграммы или таблицы, определяющие процессы во времени, а также указывать параметры в характерных точках (величины токов и напряжений, математические зависимости и т.п.).

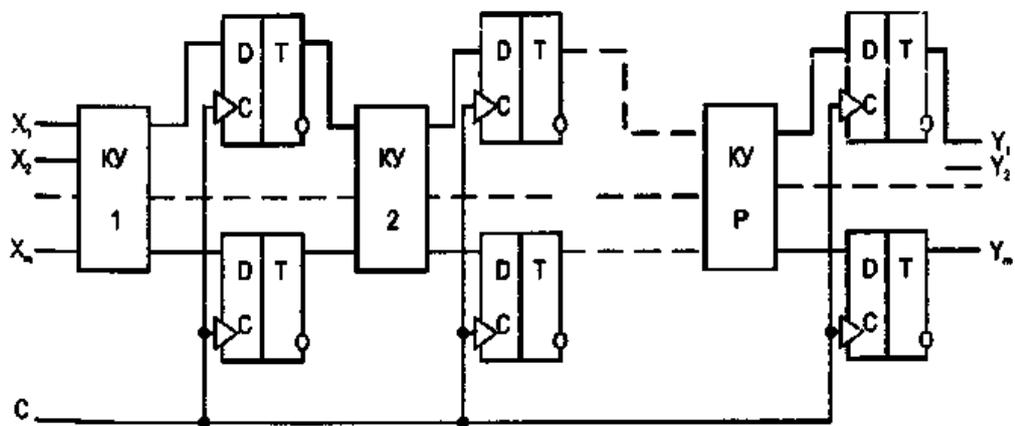


Рисунок 2.2 – Функциональная схема универсального регистра

Структурная и функциональная схемы является первой моделью электронного устройства. Достоинством структурной схемы при изучении ЭУ является то, что по ней можно быстро получить представление о составе, структуре и выполняемой им функции (функциях), не отвлекая внимания на схемную реализацию его функциональных частей.

Принципиальная схема определяет полный состав элементов и связей между ними и дает детальное представление о принципах работы изделия (установки). Принципиальные схемы предназначены для изучения принципов работы изделий (установок). Они необходимы при их наладке, контроле и ремонте. Принципиальные схемы используют как основу для разработки других конструкторских документов, например, схем соединений (монтажных) и чертежей.

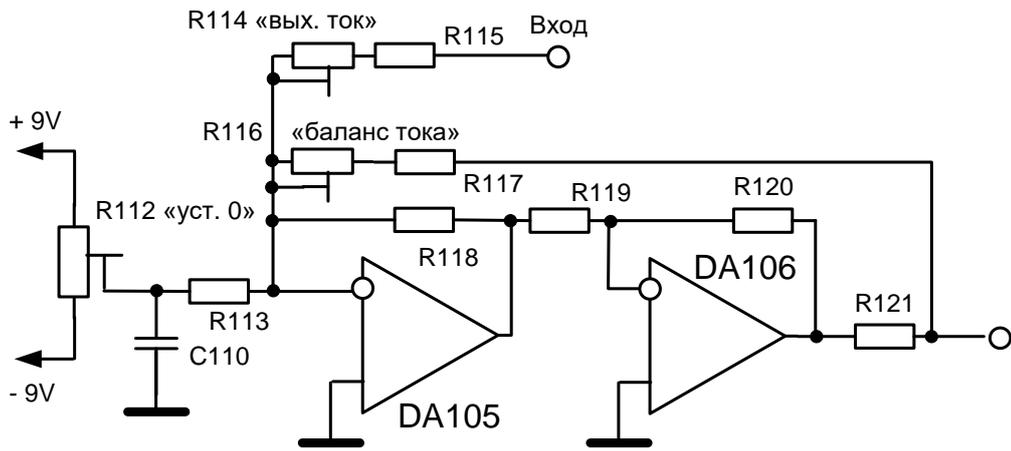


Рисунок 2.3 – Электрическая схема выходного преобразователя напряжение-ток

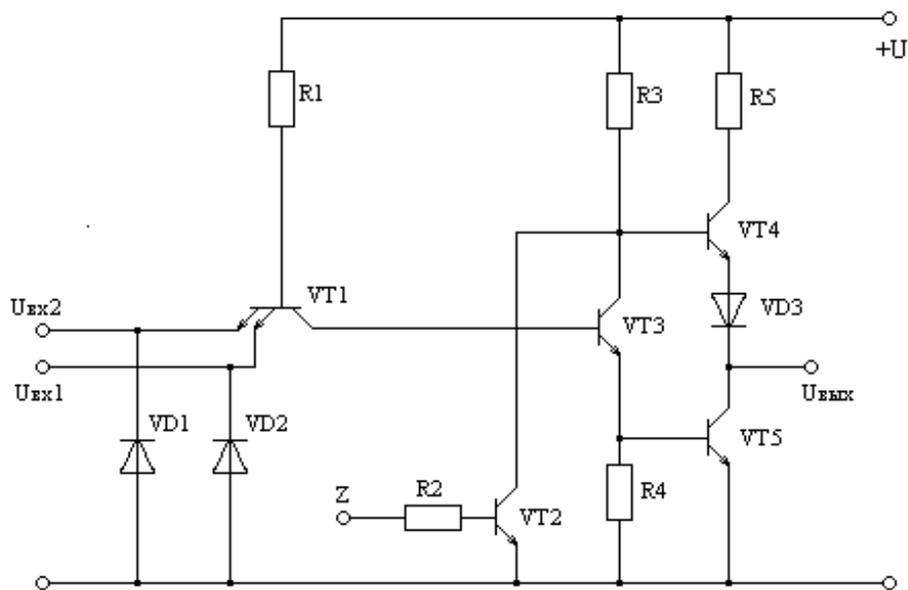


Рисунок 2.4 – Принципиальная электрическая схема базового элемента ТТЛ логики

Схема соединений (монтажная) показывает соединения составных частей изделия (установки) и определяет провода, жгуты, кабели или трубопроводы, которыми осуществляются эти соединения, а также места их присоединений и ввода (разъемы, платы, зажимы и т. п.). Схематическими соединениями пользуются при разработке других конструкторских документов, в первую очередь чертежей, определяющих прокладку и способы крепления проводов, жгутов, кабелей или трубопроводов в изделии. Схемы используют также при контроле, эксплуатации и ремонте изделий (установок) в процессе эксплуатации.

Схема подключения показывает внешние подключения изделия. Схематическими подключениями пользуются при разработке других конструкторских документов, а также для осуществления подключений изделий и при их эксплуатации.

Общая схема определяет составные части комплекса и соединения их между собой на месте эксплуатации. Схемами пользуются при ознакомлении с комплексами, а также при их контроле и эксплуатации.

Схема расположения определяет относительное расположение составных частей устройства, а при необходимости также проводов, жгутов, кабелей, трубопроводов и т.п. Схемами расположения пользуются при разработке других конструкторских документов, а также при эксплуатации и ремонте.

Объединенная схема в одном конструкторском документе объединяет схемы двух или нескольких типов, выпущенных на одно устройство, например, схема структурная, принципиальная и соединений.

Допускается разрабатывать совмещенные схемы, когда на схемах одного типа помещают сведения, характерные для схемы другого типа, например, на схеме соединений изделия показывают его внешние подключения.

При необходимости допускается разрабатывать схемы прочих типов. К схемам выпускают в виде самостоятельных документов таблицы, содержащие сведения о расположении устройств, соединениях, местах подключения и др. Таким документам присваивают код, состоящий из буквы **Т** и кода соответствующей схемы. Например, код таблицы соединений к электрической принципиальной схеме – ТЭЗ.

Полное обозначение схемы на изделие, например электрической функциональной имеет следующий вид:

АБВГ ХХХХХХ.ХХХ Э2.

В учебных курсовых проектах допускается использовать следующее обозначение схемы на изделие:

БНТУ 113020.013 Э2.

где 113020 – номер учебной группы, 013 – номер зачетной книжки.

2.3 РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ

Принципиальная схема разрабатывается на основе структурной и функциональной схем. Разработка принципиальной схемы сводится к тому, чтобы формальные модели функциональных узлов заменить конкретными электрическими схемами. Принципиальная схема синтезируется по структурной схеме проектируемого устройства на основе анализа требований технического задания, а также требований, предъявляемых разработчиком к каждому функциональному элементу. Эти требования разработчик устанавливает, руководствуясь нормативно-техническими документами (ГОСТ, ОСТ, ТУ и др.), результатами различных экспериментов, испытаний и

моделирования, общими конструкторскими нормами и правилами с целью ограничения, типизации и унификации изделия.

На принципиальной схеме все элементы изображаются по ГОСТ 2.702-75. Элементы на схеме изображают в виде условных графических обозначений, установленных в стандартах ЕКСД. Позиционное обозначение элементов в общем случае (ГОСТ 2.710-81) состоит из трех частей, указывающих вид элемента, его номер и функцию. Полное обозначение элемента и его номинал указывают в перечне элементов. Перечень элементов схемы приводят в виде таблицы на чертеже принципиальной электрической схемы над основной надписью или в виде приложения к пояснительной записке.

2.4 ВЫПОЛНЕНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ РАСЧЁТОВ

Электрические расчеты схем функциональных элементов в курсовом проекте выделяют в виде самостоятельных параграфов, которые снабжают краткими конкретными заголовками, выносимыми в оглавление.

После заголовка формулируют задачу расчета с указанием, что именно требуется определить при расчете. Перечисление задач расчета должно быть конкретным, но обобщенным. Далее приводят исходные для расчета данные, причем, если какая либо величина появляется в расчетах впервые, дают ее наименование. Это требование распространяется также на все величины, появляющиеся в процессе расчета. Обязательно должна быть показана принципиальная электрическая схема рассчитываемого функционального элемента. Принципиальную схему или ее фрагменты допускается вычерчивать в произвольном масштабе, обеспечивающем четкое представление о рассчитываемой цепи.

Расчет приводят полностью. Кроме расчетных формул должны быть представлены использованные при расчете характеристики полупроводниковых приборов, интегральных схем и другие диаграммы. Не следует приводить громоздкие таблицы, из которых заимствованы данные, сложные монограммы, а также различного вида диаграммы и таблицы общего применения из математических и электротехнических справочников. В подобных случаях в соответствующих местах текста должны быть сделаны ссылки на источники заимствования.

Расчет рекомендуется заканчивать составлением таблиц произвольной формы, в которых приводятся исчерпывающие данные для резисторов и конденсаторов схемы. Для резисторов такими данными являются: расчетное сопротивление и расчетная мощность рассеяния, тип резистора, номинальное сопротивление, допускаемое отклонение от номинального значения (в процентах), номинальная мощность рассеяния. Для конденсаторов необходимо указывать: расчетную мощность, максимальное рабочее напряжение (с учетом аварийных режимов цепи), тип конденсатора,

номинальную емкость, допускаемые отклонения емкости от номинального значения, номинальное рабочее напряжение. В дальнейшем сведения из этих таблиц будут использованы при разработке таблицы с перечнем элементов полной принципиальной схемы.

2.5 ВЫБОР ЭЛЕКТРОРАДИОЭЛЕМЕНТОВ

При разработке электрических схем не все элементы подлежат расчету. Часть элементов, особенно активные элементы, выбираются. Выбор конкретного типа элемента должен быть обоснован с учетом максимально возможных режимов работы электронного устройства и выбранного коэффициента надежности. Типичной ошибкой студентов при выполнении курсового проекта является выбор морально устаревших и снятых с производства элементов, имеющих параметры значительно худшие, чем современные элементы (например, выбор давно снятых с производства в качестве ОУ микросхемы К140УД1, а в качестве транзистора – МП42 и т.д.). Обычно это обусловлено использованием устаревших справочников. Также должен быть обоснован выбор импортных комплектующих, особенно в случаях наличия отечественных элементов (производства СНГ) с близкими характеристиками.

Транзисторы. Они характеризуются эксплуатационными параметрами, предельные значения которых указывают на возможности их практического применения. Основными эксплуатационными параметрами являются максимально допустимые ток I_{kmax} ($I_{сmax}$), напряжение $U_{kэmax}$ ($U_{сumax}$) и рассеиваемая выходным электродом мощность P_{kmax} ($P_{сmax}$). Не допускается превышения эксплуатационных параметров, указанных в справочнике.

В соответствии с ОСТ 11.336.919-81 транзисторы имеют буквенно-цифровое обозначение, например:

- ГТ101А – германиевый биполярный маломощный низкочастотный транзистор, порядковый номер разработки 1, группа А;
- 2П904Б – кремниевый полевой мощный высокочастотный транзистор, порядковый номер разработки 4, группа Б.

По мощности транзисторы подразделяются на маломощные ($P_{max} \leq 0,3$ Вт), средней мощности ($0,3$ Вт $< P_{max} < 1,5$ Вт) и большой мощности ($P_{max} > 1,5$ Вт).

По частоте транзисторы бывают низкочастотные ($f \leq 3$ МГц), средней частоты (3 МГц $\leq f \leq 30$ МГц) и высокочастотные ($f > 30$ МГц).

В справочнике приводятся значения параметров транзисторов для соответствующих оптимальных или предельных режимов эксплуатации. Рабочий режим транзистора в проектируемом ЭУ, часто отличается от указанного в справочнике. В таком случае необходимо по имеющимся в

справочнике характеристикам и формулам, а также методом интерполяции определить значения параметров транзистора, соответствующие выбранному режиму.

Применение высокочастотных транзисторов в низкочастотных электронных устройствах нежелательно, так как они дороги, склонны к самовозбуждению и развитию вторичного пробоя, обладают меньшими эксплуатационными запасами.

Не следует применять мощные транзисторы там, где можно применить маломощные, так как при использовании мощных транзисторов в режиме малых токов их коэффициент передачи по току мал и сильно зависит как от тока, так и от температуры окружающей среды. Кроме того, ухудшаются массогабаритные и стоимостные показатели ЭУ.

Необходимо применять транзистор минимально возможный для данных конкретных условий мощности, но так, чтобы он при этом не перегревался. Лучше применить транзистор малой мощности с небольшим теплоотводом, чем большой мощности без теплоотвода. Недопустимо также одновременное достижение двух и более предельных значений режимов работы.

Если нет особых причин для применения германиевого транзистора, лучше применить кремниевый. Кремниевые транзисторы лучше работают при высоких температурах, имеют более высокие пробивные напряжения и меньшие обратные токи.

Коэффициент передачи тока зависит от тока коллектора и при некотором значении обычно имеет максимальное значение. Для хорошего усиления на низких частотах желательно выбирать это максимальное значение или близкое к нему по приводимым в справочнике графикам. В других случаях коэффициент передачи тока следует принимать равным указанному в справочнике типового значения или среднему арифметическому от минимального и максимального значения параметра. В ряде случаев необходимо использовать минимальное значение параметра.

В любом случае следует учитывать, что параметры, как транзисторов, так и других полупроводниковых элементов, в том числе интегральных схем, характеризуются большим технологическим разбросом и сильной зависимостью от температуры (включая саморазогрев), напряжения питания и токов через электроды прибора, величины сигнала (малосигнальный и сильносигнальный режимы).

Диоды. Основными эксплуатационными параметрами выпрямительных диодов являются максимальное обратное напряжение и максимальное значение прямого тока.

Высокочастотные диоды используются для выпрямления токов в широком диапазоне частот (до сотен МГц), модуляции, детектирования и других нелинейных преобразований электрических сигналов. Они характеризуются следующими параметрами: падением напряжения на диоде,

обратным током и сопротивлением переменному току, максимальной рабочей частотой, паразитной емкостью.

Импульсные диоды используются в качестве ключевых элементов и обеспечивают переходные процессы в доли микросекунд. Они имеют малое значение барьерной емкости. Дополнительным параметром является время рассасывания при выходе диода из включенного в закрытое состояние.

Стабилитроны используются для стабилизации напряжения в схеме при изменении тока, протекающего через стабилитрон. Основным параметром является напряжение стабилизации в рабочей точке, для которой задается дифференциальное сопротивление стабилитрона. Необходимо учитывать значения минимального и максимального тока стабилизации, максимальной рассеиваемой мощности, температурный коэффициент напряжения стабилизации.

Необходимо применять диоды по указанному в справочнике назначению, например, в выпрямителях следует применять выпрямительные диоды, в импульсных устройствах – импульсные диоды и т.д.

Обратное напряжение на диоде и прямой ток через него (в том числе импульсный) не должен превышать 70-80% от максимально допустимых значений. Рабочая частота не должна превышать указанного в справочнике предельного значения.

Резисторы. Резисторы бывают общего назначения и специальные (прецизионные, высокочастотные, высоковольтные, высокоомные).

Резисторы общего назначения используются в качестве различных нагрузок, делителей, элементов фильтров, шунтов, в цепях формирования импульсов и т.д. Следует учитывать, что резисторы выпускаются с определенным дискретным набором номинальных значений сопротивления и рассеиваемой мощности. После расчета точного значения сопротивления необходимо выбрать ближайшее номинальное значение сопротивления и большее, чем расчетное значение рассеиваемой мощности и напряжения.

Прецизионные резисторы (с технологическим допуском менее 1 %) применяются в основном в измерительных приборах и системах автоматики. Высокочастотные резисторы используются в высокочастотных цепях, в кабелях и волноводах в качестве согласующих нагрузок, направленных ответвителей и т.п. Высоковольтные резисторы применяются в качестве делителей напряжений, поглотителей, в зарядных и разрядных высоковольтных цепях и т.п.

При курсовом проектировании рекомендуется применять резисторы постоянные общего назначения типа МЛТ или ОМЛТ. Резисторы специальные (прецизионные, высокочастотные, высокоомные, высоковольтные и др.) следует применять в тех случаях, когда значения соответствующих параметров резисторов общего назначения оказываются недостаточными, например, малы точности сопротивления и т.д.

Допускаемые отклонения сопротивления от номинального значения следует выбирать с учетом чувствительности к нему выходных параметров, принимая при этом во внимание требование ограничения существующей номенклатуры резисторов.

Переменные резисторы следует применять по назначению. Подстроечные резисторы, подвижная система которых рассчитана на небольшое число перемещений (до 1000 циклов), – в качестве только подстроечных; регулировочные, масса, габариты и стоимость которых выше, – только в качестве регулировочных.

Конденсаторы. Тип конденсатора выбирают по совокупности значений его номинальных емкости и рабочего напряжения. Если конденсатор выбирают для работы в цепи переменного и импульсного тока, то принимают во внимание его тангенс угла потерь.

Допускаемое отклонение емкости от номинального значения следует выбирать с учетом чувствительности к нему выходных параметров ЭС.

Для большинства типов конденсаторов в справочниках указывают номинальное рабочее напряжение постоянного тока. Эффективное значение переменного напряжения на конденсаторе должно быть в полтора - два раза меньше указанного рабочего напряжения для постоянного тока.

При работе конденсаторов в цепи пульсирующего тока сумма постоянного напряжения и амплитудного значения переменного напряжения на нем не должно превышать его номинального рабочего напряжения.

Не следует без необходимости применять конденсатор с номинальным напряжением, значительно превышающим рабочее, так как при этом ухудшаются массогабаритный и стоимостной показатели изделия.

Оксидные (устаревшее обозначение – электролитические) конденсаторы изготавливаются двух типов: полярные и неполярные. Полярные конденсаторы можно устанавливать лишь в тех цепях, в которых постоянная составляющая напряжения на конденсаторе будет больше амплитуды переменной составляющей. На неполярные конденсаторы это ограничение не распространяется. Следует учитывать, что оксидные конденсаторы характеризуются достаточно высоким эквивалентным внутренним сопротивлением (ESR) на высоких частотах. Для устранения этого недостатка их обычно шунтируют безиндуктивными конденсаторами – керамическими или стеклокерамическими. Часто достаточно емкости шунтирующего конденсатора 10...68 нФ.

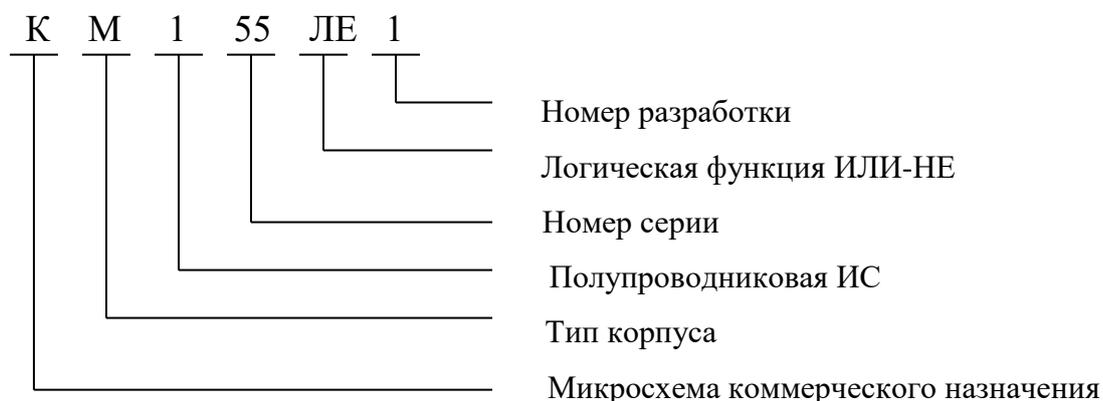
Микросхемы. Главным условием применения микросхем является строгое соблюдение режимов работы, рекомендованных в технических условиях на выбранную микросхему. Это относится в первую очередь к величине напряжения питания, допустимому сопротивлению нагрузки, диапазону температуры.

Необходимо рассмотреть возможность применения микросхем общего применения, характеризующихся низкой стоимостью, широким диапазоном напряжения питания, защищенным входом и выходом. В большинстве реальных случаев достаточно использования ИС общего применения.

В настоящее время используются цифровые ИМС, изготавливаемые по ТТЛ- или КМОП-технологии. Остальные типы цифровых ИС в курсовых проектах могут применяться только при специфических требованиях к параметрам устройства. Например, при тактовых частотах более 100 МГц рекомендуется использовать ИС типа ЭСЛ, для построения интерфейсных модулей целесообразно использование схем типа БиКМОП.

По ТТЛ-технологиям изготавливаются ИМС серии SN74 (отечественный аналог серия 155) и SN74L/54L (L – маломощная). Аналогами этих серий ИС являются отечественные ИМС серии 1533 и 136. ИМС по КМОП-технологии выпускаются сериями СД4000 (отечественный аналог – серии 164 и 176), СД4000А, СД4000В (отечественный аналог – серии 564, 561, 1561, 1W40XX), МС14000А и МС14000В, 54МС (аналог – серия 1564).

Обозначения отечественных ИМС



Основные характеристики ИМС отечественного производства различных типов логик приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Обобщенные характеристики цифровых ИС различных типов

Параметры	ЭСЛ	ТТЛ	И ² Л	МДП	КМОП
$U_{п.}$ [В]	-5	5	≈ 1	5..9	2..15
U^1 [В]	-0.7..0.9	> 2.8		≥ 7	$\approx U_{п.}$
U^0 [В]	-1.5..2	≤ 0.5		< 1	≤ 0.2
$t_{з.ср.}$ [нс]	3..7	10..20	10..100	20..200	15
$P_{пот.ср.}$ [мВт]	10..20	10..15	0.01	0.4..5	
$K_{разв.}$		10	3..5		100

При выборе микросхем необходимо избегать применения ИС разных серий. Если это неизбежно, то лучше применять микросхемы с одинаковым напряжением питания. При использовании ИС различных типов в одном устройстве необходимо учитывать также нагрузочную способность различных элементов.

Основным элементом при конструировании электронных узлов обработки аналоговых сигналов являются операционные усилители (ОУ). В большинстве случаев возможно использование ОУ широкого применения. В таблице 2.2. приведены основные параметры типичных представителей таких типов ОУ, как широкого применения (КР140УД6), прецизионный (КР140УД17), со сверхвысоким входным сопротивлением (КР544УД2), с умощненным выходом (К157УД1). В некоторых случаях могут понадобиться и другие типы ОУ, но в 80 % случаев при курсовом проектировании достаточен выбор одного из приведенных.

Таблица 2.2 – основные параметры операционных усилителей

Тип ОУ	Коэфф. усиления, не менее	Напряжение смещения, не более, мВ	Входной ток, не более, нА	Граничная частота усиления, МГц	Минимальное сопротивление нагрузки, кОм	Максимальный выходной ток, мА	Примечание
К140УД6	50000	5	50	0,8	2	10	
К544УД2	20000	30	0,5	0,8	2	10	
КР140УД17	200000	0,1	5	15	2	10	
К157УД1	50000	2	20	1,0	–	300	

2.6 Оценка показателей надежности РЭУ

Справочные значения интенсивности отказов приводятся для коэффициента нагрузки $KН = 1$ и нормальных условий эксплуатации. На практике для повышения надежности коэффициенты нагрузки выбирают меньше 1, а условия эксплуатации оказываются жестче нормальных. Поэтому возникает задача пересчета справочных значений интенсивностей отказов на конкретный электрический режим и условия эксплуатации.

В общем случае для пересчета пользуются выражением

$$\lambda(v) = \lambda_0 \cdot y(x_1, \dots, x_m)$$

где $\lambda(v)$ – значение интенсивности отказов с учетом электрического режима и условий эксплуатации (символ v);

λ_0 – справочное значение интенсивности отказов;

$y(x_1, \dots, x_m)$ – пересчетная функция;

x_1, \dots, x_m – факторы, принимаемые во внимание (коэффициент нагрузки, параметры окружающей среды и т.д.);

m – количество факторов.

В настоящее время для пересчетной функции наиболее часто используют выражение

$$y(x_1, \dots, x_m) = \prod_{i=1}^m \alpha(x_i)$$

где $\alpha(x_i)$ -- поправочный коэффициент, учитывающий влияние фактора x_i .

В качестве влияющих факторов x_i могут рассматриваться коэффициент нагрузки, температура, давление, характер электрического режима, номинальное значение параметра элемента, его разброс и т.д.

В инженерной практике часто учитывают влияние двух факторов -- коэффициента электрической нагрузки и температуры. Для определения произведения поправочных коэффициентов для различных элементов можно пользоваться номограммами (семейством кривых), построенными по результатам экспериментальных исследований¹. Вид этих номограмм показан на рис.

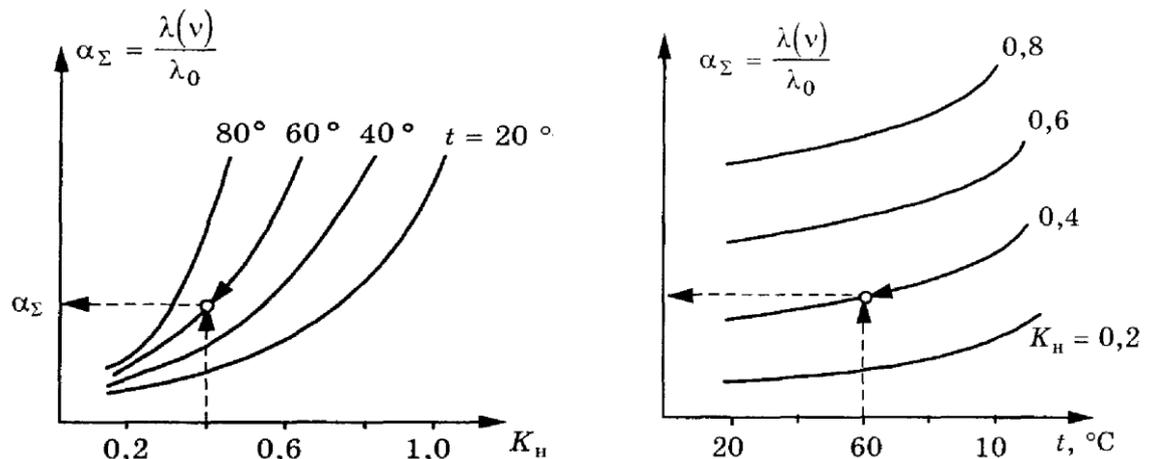


Рисунок 2.5 – Номограммы для определения произведения поправочных коэффициентов в случае учета двух факторов - коэффициента нагрузки и температуры

Общий поправочный коэффициент в этом случае есть произведение двух коэффициентов

$$\alpha_{\Sigma} = \alpha(K_n) \cdot \alpha(t^{\circ}),$$

¹ Боровиков С.М. Теоретические основы конструирования, технологии и надежности. – Мн.: Дизайн ПРО, 1998. – с.311-315 (Приложение 3)

где $\alpha(K_n)$ — поправочный коэффициент, учитывающий влияние коэффициента нагрузки;

$\alpha(t^\circ)$ — поправочный коэффициент, учитывающий влияние температуры.

На рис. показано, как воспользоваться номограммой в случае, когда $K_n = 0,4$; $t^\circ = 60$ °С.

Для учета влияния на надежность элементов только коэффициента электрической нагрузки можно пользоваться примерным соотношением

$$\lambda(v) \approx K_n^b \cdot \lambda_0,$$

где b — показатель степени, зависящий от вида и типа элементов (например, для конденсаторов $b = 3 \dots 5$, для транзисторов и ИС — $b = 1$, для резисторов и остальных элементов $b = 2$).

Например, если для транзистора $\lambda_0 = 0,8 \cdot 10^{-6}$ ч⁻¹, то при коэффициенте нагрузки этого элемента $K_n = 0,5$ и при $b = 1$, получим $\lambda(v) = 0,5 \cdot 0,8 \cdot 10^{-6} = 4 \cdot 10^{-7}$ ч⁻¹

2.6.1 Приближенный расчет показателей надежности РЭУ²

Ориентировочный расчет выполняется когда еще не известны эксплуатационные характеристики элементов, отсутствуют результаты расчетов теплового режима, виброзащищенности и т.п. Исходными данными при ориентировочном расчете являются: электрическая схема РЭУ (принципиальная, а для цифровых РЭУ в ряде случаев функциональная), заданное время работы t , условия эксплуатации или вид РЭУ. Ориентировочный расчет выполняют для периода нормальной эксплуатации РЭУ, т.е. для периода, когда общая интенсивность отказа устройства примерно постоянна во времени. В этом случае для определения интенсивности отказов РЭУ пользуются значениями интенсивностей отказов элементов. Общая интенсивность отказов РЭУ определяется путем простого суммирования последних.

При ориентировочном расчете пользуются следующими допущениями:

- а) отказы элементов случайны и независимы;
- б) для элементов РЭУ справедлив экспоненциальный закон надежности;
- в) принимаются во внимание только внезапные отказы;
- г) учитываются только элементы электрической схемы, а также монтажные соединения, если вид соединений заранее определен;
- д) учет электрического режима и условий эксплуатации элементов выполняется приближенно.

Последовательность ориентировочного расчета:

1. На основе анализа электрической схемы РЭУ формируются группы однотипных элементов.

Признаком объединения элементов в одну группу является функциональное назначение элемента и, затем, эксплуатационная электрическая характеристика. Например, маломощные транзисторы объединяют в одну группу, мощные — в другую и т.д.

² Уточненный расчет приведен в [Боровиков С.М. Теоретические основы конструирования, технологии и надежности. — Мн.: Дизайн ПРО, 1998. — с.162-175]

Монтажные соединения составляют отдельную группу. Если вид монтажа (печатный, объемный) определен заранее, то отдельную группу составляют также несущие конструкции (печатная плата и т.д.). Отдельную группу составляют точки паек (в дальнейшем – пайки).

2. Для элементов каждой группы по справочникам (ТУ, каталогам и т.п.) определяют среднегрупповое значение интенсивности отказов. Если группу образуют элементы одного типа, то необходимость усреднять значения интенсивностей отказов отпадает.

3. Подсчитывают значение суммарной интенсивности отказов элементов устройства, используя выражение

$$\lambda_{\Sigma} = \sum_{j=1}^k \lambda_{0j} \cdot n_j$$

где λ_{0j} – среднегрупповое значение интенсивности отказов элементов j -й. группы, найденное по справочникам;

n_j – количество элементов в j -й. группе,

k – число сформированных групп однотипных элементов.

4. С использованием обобщенного эксплуатационного коэффициента выполняют приближенный учет электрического режима и условий эксплуатации элементов.

Суммарную интенсивность отказов элементов РЭУ с учетом электрического режима и условий эксплуатации определяют как

$$\lambda_{\Sigma} = \lambda_{\Sigma} \cdot K_{\mathcal{E}} = K_{\mathcal{E}} \cdot \sum_{j=1}^k \lambda_{0j} \cdot n_j$$

где $K_{\mathcal{E}}$ -- обобщенный эксплуатационный коэффициент, выбираемый в зависимости от вида РЭУ или условий его эксплуатации.

Таблица 2.3 – Значения обобщенного эксплуатационного коэффициента $K_{\mathcal{E}}^3$

Условия эксплуатации	Значение $K_{\mathcal{E}}$	
Лабораторные условия	1,0	
Наземные стационарные условия	2...4,7	(2,5)
Наземные возимые РЭУ	4...7	(5,0)
Наземные подвижные (переносимые) РЭУ	7... 15	(7,0)
Морские защищенные условия	7... 12	(7,6)
Морские незащищенные условия	7...15	(10,0)
Бортовые самолетные РЭУ	5...10	(7,0)
Запуск ракеты	10... 44	(20,0)
Космос (на орбите)	1,5	

³ В скобках указаны значения, рекомендуемые для использования в расчетах.

5. С использованием гипотезы об экспоненциальном законе распределения параметров надежности подсчитывают другие показатели надежности.

Наработка на отказ

$$T_o = \frac{1}{\lambda_{\Sigma}(v)}$$

Вероятность безотказной работы за заданное время

$$P_{\Sigma}(t_3) = e^{-t_3 \cdot \lambda_{\Sigma}(v)} = e^{-\frac{t_3}{T_o}}$$

Среднее время безотказной работы устройства (средняя наработка до отказа)

$$T_{cp} = T_o$$

Гамма-процентная наработка до отказа определяется, как

$$P(T_{\gamma}) = \frac{\gamma}{100}$$

$$T_{\gamma} = -\frac{\ln\left(\frac{\gamma}{100}\right)}{\lambda_{\Sigma}(v)} = -T_o \ln\left(\frac{\gamma}{100}\right)$$

Пример. Требуется оценить показатели безотказности усилительного каскада, функционирующего в составе РЭУ и предназначенного для эксплуатации в наземных стационарных условиях. Каскад изготовлен с использованием печатного монтажа. Заданное время работы $t_3 = 1000$ ч.

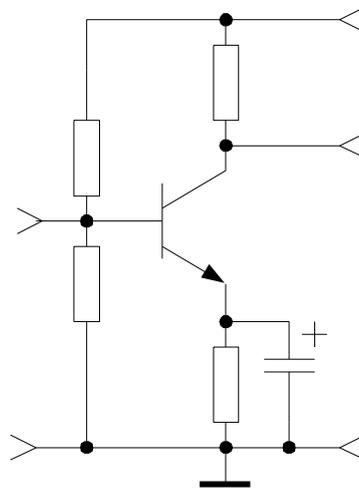


Рисунок 2.6 – Схема для примерного расчета показателей надежности

Решение. Выполним ориентировочный расчет показателей надежности этого каскада.

1. Сформируем группы однотипных элементов и для каждой группы по справочникам определим значение интенсивностей отказов, соответствующее в среднем элементам каждой группы. Для оксидных конденсаторов это значение равно $0,4 \cdot 10^{-6}$ 1/ч. Для резисторов выбираем значение интенсивности отказов, соответствующее мощности рассеивания менее 0,5 Вт при постоянном токе, поскольку электрический каскад является маломощным, и энергетическая нагрузка элементов в основном определяется режимом по постоянному току. Аналогично выбираются значения интенсивностей отказов

для остальных элементов. Информация о значениях интенсивностей отказов представлена в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Интенсивности отказов групп элементов

Группа элементов	Количество элементов в j-й группе n_j	Интенсивность отказов для элементов j-й группы $\lambda_{0j} \times 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$	Произведение $\lambda_{0j} \cdot n_j \times 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$
Транзистор	1	0,40	0,40
Резистор, маломощный	4	0,05	0,20
Конденсатор	1	0,40	0,40
Печатная плата	1	0,20	0,20
Пайка	18	0,04	0,72
Σ	—	—	1,92

Число паек определено как суммарное число выводов элементов и внешних выводов каскада. В данном случае пайки рассматриваются как элементы.

$$\lambda_{\Sigma} = 1,92 \cdot 10^{-6} \text{ 1/ч.}$$

2. С помощью обобщенного эксплуатационного коэффициента ($KЭ= 3,0$), найденного по справочной таблице для наземных стационарных условий, скорректируем величину λ_{Σ} , тем самым приближенно учтя электрический режим и условия работы элементов каскада.

Тогда

$$\lambda_{\Sigma} = 1,92 \cdot 10^{-6} \cdot 3,0 = 5,8 \cdot 10^{-6} \text{ 1/ч.}$$

3. По формулам для экспоненциального закона надежности подсчитываем другие показатели надежности:

а) наработка каскада на отказ

$$T_0 = \frac{1}{\lambda_{\Sigma}(v)} = \frac{1}{5,8 \cdot 10^{-6}} \approx 172400 \text{ ч}$$

б) вероятность безотказной работы за время t_3

$$P(t_3) = y^{-t_3 \lambda(v)} = e^{-10005,8 \cdot 10^{-6}} \approx 0,994$$

в) гамма - процентная наработка до отказа (при $\gamma = 99\%$)

$$T_{\gamma} = -\frac{\ln\left(\frac{\gamma}{100}\right)}{\lambda_{\Sigma}(v)} = -\frac{\ln 0,99}{5,8 \cdot 10^{-6}} \approx 1733 \text{ ч}$$

2.7 ОФОРМЛЕНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Пояснительная записка представляет собой текстовой конструкторский (технологический) документ, содержащий технические расчеты и описание проектируемого объекта, принцип его действия, обоснование принятых технических, технологических и технико-экономических решений. Технические расчеты – это текстовой конструкторский документ, содержащий расчет параметров, характеристик и экономических показателей объекта проектирования, а также взаимодействия его функциональных частей, элементов конструкций и дополнительных данных.

Нумерация страниц, поля. Нумерацию страниц начинают с титульного листа. На странице 1 (титульный лист) номер страницы не ставится. Номер страницы проставляют арабской цифрой в правом верхнем углу. У пояснительной записки, написанной на одной стороне листа, число страниц равно числу листов.

Написание и нумерация формул. Несложные однострочные нумерованные формулы можно помещать внутрь текста. Многострочные, нумерованные формулы располагают на середине отдельной строки, причем пробелы сверху и снизу оставляют достаточными для того, чтобы формула отчетливо выделялась среди текста. Появляющиеся в формулах новые символы должны быть расшифрованы непосредственно под формулой. После формулы ставят запятую. Первую строку расшифровки, если она есть, начинают со слова "где", двоеточие после него не ставят. Расшифровку символов проводят в той же последовательности, в какой они даны в формуле. Если правая часть формулы содержит дробь, то вначале расшифровывают символы числителя, а затем знаменателя. Расшифровку каждого символа делают с новой строки, выравнивая колонку строк по знаку тире. В конце каждой строки ставят точку с запятой, а в конце последней строки – точку. Формулы нумеруют арабскими цифрами. Номер формулы состоит из номера раздела и номера формулы в разделе, например, (2.8) – формула 8 в разделе 2. Номер формулы заключают в круглые скобки и помещают у правого края полосы (10 мм от поля). При ссылке в тексте на формулу указывают ее номер. Например, "...формуле (2.8)".

Таблицы. Основные требования к таблицам: логичность, экономичность построения, удобство чтения, единообразие построения однотипных таблиц. Все таблицы в проекте нумеруют арабскими цифрами. Основные заголовки в головке и боковике пишут прописными буквами, а подчинение – со строчной. Заголовок таблицы помещают над таблицей с форматированием по правому краю.

Указатель литературы. В список литературы, снабженный заголовком "Список использованных источников" включают все использованные источники. Сведения о книгах должны включать: фамилию и инициалы автора, заглавие книги, место издания, издательство и год. Фамилию автора

следует указывать в именительном падеже. При наличии трех и более авторов допускается указывать фамилию и инициалы только первого из них и слова "и др."

2.7 ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖА

Графическая часть проекта – это совокупность конструкторской, технологической, ремонтной и др. документации, выполненной в виде чертежей, эскизов, схем, диаграмм, таблиц и форм, обеспечивающих наглядность проектного решения и необходимую иллюстративность. Чертежи объекта проектирования выполняются на отдельных листах, другие графические формы могут располагаться по ходу изложения в пояснительной записке. Графическая часть может быть выполнена в электронной форме.

Правила построения и выполнения принципиальных электрических схем установлены стандартами ЕСКД (ГОСТ 2.701-76, 2.705-75). Чтобы правильно и быстро начертить принципиальную электрическую схему, необходимо знать следующие основные правила. Все элементы ЭУ (ЭРЭ и ИМС) на схеме изображают в виде условных графических обозначений, установленных в стандартах ЕСКД (см. раздел 3.9). Условные графические обозначения изображают в размерах, установленных в стандартах на условные графические обозначения. Допускается все обозначения пропорционально уменьшать и увеличивать, при этом расстояние (просвет) между двумя соседними линиями условного графического обозначения должно быть не менее 1 мм.

Обычные для курсовых проектов масштабы: уменьшения 1:2, увеличения 2:1.

Линии связи должны иметь наименьшее количество изломов и пересечений. Расстояние между соседними параллельными линиями связи должно быть не менее 3 мм. Графические обозначения элементов следует выполнять линиями той же толщины, что и линии связи. Линии связи выполняют толщиной от 0,2 до 1 мм в зависимости от формата схем и графических обозначений. Рекомендуемая толщина линии от 0,3 до 0,4 мм. В соответствии с ГОСТ 2.751-73 в узлах электрической связи необходимо показать точки в виде зачерненных кружков. При изготовлении схем, имеющих входы и выходы, входы, как правило, располагают слева, а выходы – справа. Вычерчивая схему, следует предусматривать около условных обозначений элементов место для записи из позиционных обозначений. Для быстрого нахождения упоминаемых в тексте элементов на схеме принята позиционная система их нумерации (ГОСТ 2.702-75). По этой системе порядковые номера элементам схем следует присваивать, начиная с единицы в пределах каждого вида элементов (резисторы, конденсаторы, полупроводниковые приборы и т.д.), которым на схеме дано одинаковое буквенное обозначение, например, R1, R2, R3, C1, C2, C3 и т.д. порядковые

3 СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ОБРАЗЦЫ ФОРМ

3.1 ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ КУРСОВОГО ПРОЕКТА (РАБОТЫ)

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ»
(КНИТУ-КАИ)
Альметьевский филиал
Кафедра Естественнонаучных дисциплин и информационных технологий

Пояснительная записка
к курсовому проекту (работе)
по дисциплине _____

Тема _____

Исполнитель: _____ (Фамилия, инициалы)
(подпись)

студент _____ курса группы _____

Руководитель: _____ (Фамилия, инициалы)
(подпись)

3.2 ЗАДАНИЕ ПО КУРСОВОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ»
(КНИТУ-КАИ)
Альметьевский филиал
Кафедра Естественных наук и информационных технологий

«Утверждаю»
Зав. Кафедрой _____
Подпись

« ____ » _____ 200_ г.

Задание по курсовому проектированию

Студенту _____

1. Тема проекта _____

2. Сроки сдачи студентом законченного проекта _____

3. Исходные данные к проекту _____

4. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих
проработке вопросов) _____

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

6. Консультанты по проекту (с указанием относящихся к ним разделов проекта)

7. Дата выдачи задания _____

8. Календарный график работы над проектом (с указанием сроков выполнения и трудоемкости отдельных этапов) _____

Руководитель _____

Задание принял к исполнению _____
(дата и подпись студента)

3.3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ» (КНИТУ-КАИ)**

Альметьевский филиал

Кафедра Естественных наук и информационных технологий

»

гр.24400

УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОММУТАЦИИ ШЕСТИ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ КАНАЛОВ НА ОДИН МОНИТОР

Техническое задание

Курсовой проект

Разработал

Иванов Н.И.

Проверил

Петров А.С.

1. Наименование, область применения и назначение изделия

Обозначение разработки –

Область применения –

Назначение изделия –

2. Основание для разработки

Основанием для разработки является задание на курсовое проектирование, утвержденное кафедрой ИИТТ от 12.02....

3. Исполнители

Исполнитель: студент Иванов Н.И., гр. 113124.

4. Источники разработки

Источниками разработки являются: техническое задание; материалы информационных исследований по данному вопросу; научно-технические разработки в области создания автоматизированных средств измерений геометрических параметров деталей; материалы курсовой работы по дисциплине.

5. Сроки выполнения

Начало работы над проектом 10.02....., окончание 25.05.....

6. Цель разработки

7. Основные требования к изделию

Состав изделия и требования к конструктивному устройству.

Технические характеристики.

Показатели надежности.

Требования по технологичности.

Требования по безопасности.

Эстетические и эргономические требования.

Требования к патентной чистоте.

Требования к метрологическому обеспечению.

Требования к исходным материалам.

Требования эксплуатации.

Требования к маркировке и упаковке.

Требования к транспортабельности и хранению.

8. Этапы выполнения работы

Работа должна быть выполнена в 4 этапа:

Этап 1. Разработка схемы изделия; выбор состава изделия; проведение предварительных расчетов.	Срок – 13.04....
Этап 2.	Срок – 17.04....
Этап 3.	Срок – 10.05....
Этап 4.	Срок – 20.05....

9. Порядок приемки работы

Материалы, по мере выполнения этапов, должны быть представлены руководителю курсового проекта. По результатам рассмотрения материалов руководителем принимается решение о дальнейшей работе над проектом.

Для приемки работы в целом исполнитель представляет:

- техническое задание;
- материалы технического проекта;
- рабочую конструкторскую документацию.

3.5 ПРИМЕР ЗАПИСИ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

Характеристика	Пример оформления источника
Один – три автора	Броудай И., Мерей Д. Физические основы микротехнологии. – М.: Мир, 1985.– 501с.
Более трех авторов	Современная флексографическая печать:/ Савицкий Ф.С., Тремут В.М., Михайлишин С.Ф. и др. – М.: Книга, 1969.– 72 с.
Три и более авторов; под общей редакцией	Введение в специальность "Библиотекведение и библиография": Учеб. пособие/ К.И. Абрамов А.Я. Айзенберг, И.В. Гранкин и др./ Под ред. Абрамова К.И. – М.: Академкнига, 1983.– 159 с.
Коллективный автор	Составление библиографического описания: Краткие правила/ Междувед. каталогизац. комис. при Гос. б-ке СССР им. В.И. Ленина.– 2-изд., доп.– М.: Изд – во" Кн. палата", 1991. – 224 с.
Многотомное изд.	История русской литературы: В 4 т./ АН СССР. Ин-т рус. лит. (Пушкин. дом).– М., 1982.- Т. 3: Расцвет реализма. – 876 с.
Стандарт	ГОСТ 7.1-84. Библиографическое описание документа. Общие требования и правила составления. – Взамен ГОСТ 7.1-76; Введ. 01.01.86.- М.: Изд-во стандартов, 1984. – 78 с.
Инструкция	Типовая инструкция по эксплуатации топливоотдачи тепловых электростанций: ТИ 34-70-044-85: Утв. Гл. техн. упр. по эксплуатации энергосистем 01.10.85: Срок действия установлен с 01.01.86 до 1.01.95/ М-во энергетики и электрофикации СССР.- М., 1986.– 43 с.
Авт. свидетельство	Устройство для захвата неориентированных деталей типа валов/ Ватулин В.С., Кемайкин В.Г. Авт. свид. (СССР).– № 3360585/25; Заявлено 3.11.81; Опубл. 30.03.83, Бюл. № 12.– 2 с.
Патент	Пат. 4601572 США, МКИ G 03 В 27/74. Microfilming system with zone controlled adaptive lighting/ Wise David S. (США); McGraw-Hill Inc.- № 21205; Заявл. 09.04.85; Опубл. 22.06.86; НКИ 355/68.– 3с.
Каталоги	Каталог электронных измерительных приборов/ М-во электронной промышленности РФ.– М., 1998.– С. 97.
Диссертации	Луус Р.А. Исследование оборудования с пневмовакуумным приводом при обработке пористых и легкоповреждаемых строительных изделий: Дис. канд. техн. наук: 05.05.04.– М., 1982.– 212 с.
Автореферат диссертации	Поликарпов В.С. Философский анализ роли символов в научном познании: Автореф. дис. д-ра филос. наук: 09.00.08/ Моск. гос. пед. ин-т.– М., 1985.– 35с.
Отчет о НИР	Разработка схемы автоматизации и регулятора для участка СЭЛМФ "Кубань" первой очереди строительства КОС (Карабалтинской оросительной системы): Отчет о НИР (заключ.)/ ВНИИ комплекс. автоматизации мелиор. систем ВНИИКА мелиорации); Руководитель работы А.М. Ильмер; № ГР81290034.– Фрунзе, 1984.– Ч. 1. 147 с.; Ч. 2. 169 с.

- Препринт Бункин Ф.В., Коробкин В.В., Мотылев С.Л. Четырехканальный измеритель поляризации излучения для диагностики лазерной плазмы.– Препринт/ Физич. ин-т АН СССР.– М., 1983.– 171 с.
- Научные работы Вавилов А. С. Оптические приборы./ Ред. журн. "Изв. вузов. Физика".– Томск, 1982.– 7 с.– Деп. в ВИНТИ 27.05.82, № 2641
- Сборника Синельников И. Молодой Заболоцкий//Сб. Воспоминания о Н. Заболоцком.– 2-е изд.- М.: Сов. писатель, 1984.– С. 101-120.
- Журнала Larsen R.P. Computer-Aided Preliminary Layout Design of Customized MOS Array// IEEE Trans. of Computers.– 1971.– Vol. EC-20, 5.– P. 512-513
- Программное обеспечение для обработки пространственной географической информации/. Архипов Ю.Р, Московкин В.М., Панасюк М.В.и др.// Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5, География.-1982.– № 4.– С. 102-103.
- Энциклопедии Долматовский Ю.А. Электромобиль// БСЭ.- 3-е изд.– М., 1988. – Т. 30.– С. 72.
- Ремизов К.С. Нормирование труда// Гурьянов С.Х., Поляков И.А., Ремизов К.С. Справочник экономиста по труду. – 5-е изд., доп. и перераб.– М.: Экономика, 1982.– Гл. 1.- С. 5-58.
- Тезисы докладов конференции Воробей М.И. Могильник милоградской культуры возле п. Владимирца Ровенской обл.// Актуальные проблемы археологических исследований в Украинской ССР: Тез. докл. конф.– Киев, 1981.– С. 53
- Программное обеспечение⁴ Microsoft Visio 2002. Corporate edition. Полная русская версия. – CD-ROM, М.: Neo Media Company, 2001. E-mail: nmccd@hotmail.com
- CD-ROM Microchip Technical Library. First Edition 2001 CD-ROM.– CD-ROM, Microchip Technology Inc. USA, 2001. DS00161M: Nordic 11
- Ссылка на сайт в сети Интернет DS 18S20 High Precision 1-Wire Digital Thermometer. – Режим доступа: <http://pdfserv.maxim-ic.com/en/ds/DS18S20.pdf>
- Непомнящий А.Л. Рождение психоанализа: Теория соблазнения [Электрон. ресурс] – 17 мая 2000. – Режим доступа: <http://www.psychoanalysis.pl.ru>

3.6 КЛАССИФИКАЦИЯ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ ПО ФУНКЦИОНАЛЬНОМУ НАЗНАЧЕНИЮ

Обозначение	Подгруппа и вид ИС
Формирователи	
АА	Адресных напряжений и токов
АГ	Импульсов прямоугольной формы
АР	Разрядных напряжений и токов
АП	Прочие
АФ	Импульсов специальной формы
Схемы задержки	
БМ	Пассивные
БР	Активные
БП	Прочие
Схемы вычислительных устройств	
ВА	Сопряжения с магистралью
ВБ	Синхронизации
ВВ	Ввода/вывода/интерфейсные
ВГ	Контроллеры
ВЕ	МикроЭВМ
ВЖ	Специализированные схемы
ВИ	Времязадающие схемы
ВК	Комбинированные устройства
ВМ	Микропроцессоры
ВН	Контроллеры прерываний
ВП	Прочие
ВР	Функциональные расширители
ВС	Секционные микропроцессоры
ВТ	Контроллеры памяти
ВУ	Схемы микропрограммного управления
ВФ	Функциональные преобразователи
ВХ	Микрокалькуляторы
Генераторы	
ГГ	Прямоугольных сигналов
ГД	Линейно изменяющихся сигналов
ГМ	Шума
ГП	Прочие
ГС	Гармонических сигналов
ГФ	Сигналов специальной формы
Детекторы	

ДА	Амплитудные
ДИ	Импульсные
ДП	Прочие
ДС	Частотные
ДФ	Фазовые
Модуляторы	
МА	Амплитудные
МИ	Импульсные
МП	Прочие
МС	Частотные
МФ	Фазовые
Набор элементов	
НД	Диодов
НЕ	Конденсаторов
НК	Комбинированные
НТ	Транзисторов
Преобразователи	
ПА	Цифроаналоговые
ПВ	Аналого-цифровые
ПД	Длительности
ПЕ	Умножители частоты аналоговые
ПК	Делители частоты аналоговые
ПЛ	Синтезаторы частоты
ПМ	Мощности
ПН	Напряжения
ПП	Прочие
ПР	Код-код
ПС	Частоты
ПУ	Уровня
ПЦ	Делители частоты цифровые
Схемы запоминающих устройств	
РА	Ассоциативные
РВ	Постоянные (ПЗУ)
РЕ	ПЗУ (масочные) со схемами управления
РМ	Оперативные (ОЗУ)
РП	Прочие
РР	ПЗУ с многократным программированием
РТ	ПЗУ с однократным программированием
РУ	ОЗУ со схемами управления
РФ	ПЗУ со стиранием ультрафиолетом
РЦ	ЗУ на цилиндрических магнитных доменах

Схемы управления	
СА	Амплитудные
СВ	По времени
СП	Прочие
СС	Частотные
СФ	Фазовые
Схемы вторичных источников питания	
ЕВ	Выпрямители
ЕК	Стабилизаторы напряжения импульсные
ЕМ	Преобразователи
ЕН	Стабилизаторы напряжения непрерывные
ЕП	Прочие
ЕС	Схемы источников вторичного питания
ЕТ	Стабилизаторы тока
ЕУ	Схемы управления импульсными стабилизаторами напряжения
Схемы арифметических и дискретных устройств	
ИА	Арифметико-логические устройства
ИБ	Шифраторы
ИД	Дешифраторы
ИЕ	Счётчики
ИК	Комбинированные
ИЛ	Полусумматоры
ИМ	Сумматоры
ИП	Прочие
ИР	Регистры
Коммутаторы и ключи	
КН	Напряжения
КП	Прочие
КТ	Тока
Логические элементы	
ЛА	Схема И-НЕ
ЛБ	Схема И-НЕ/ИЛИ-НЕ
ЛД	Расширители
ЛЕ	Схема ИЛИ-НЕ
ЛИ	Схема И
ЛК	Схема И-ИЛИ-НЕ/И-ИЛИ
ЛЛ	Схема ИЛИ
ЛМ	Схема ИЛИ-НЕ/ИЛИ
ЛН	Схема НЕ
ЛП	Прочие

ЛР	Схема И-ИЛИ-НЕ
ЛС	Схема И-ИЛИ
Триггеры	
ТВ	Типа JK (универсальные)
ТД	Динамические
ТК	Комбинированные (типа DT, RST и другие)
ТЛ	Шмита
ТМ	Типа D (с задержкой)
ТП	Прочие
ТР	Типа RS (с отдельным запуском)
ТТ	Типа T (счётные)
Усилители	
УВ	Высокой частоты
УД	Операционные
УЕ	Повторители
УИ	Импульсных сигналов
УК	Широкополосные
УЛ	Считывания и воспроизведения
УМ	Индикации
УН	Низкой частоты
УП	Прочие
УР	Промежуточной частоты
УС	Дифференциальные
УТ	Постоянного тока
Фильтры	
ФВ	Верхних частот
ФЕ	Полосовые
ФН	Низких частот
ФП	Прочие
ФР	Режекторные
Многофункциональные схемы	
ХА	Аналоговые
ХК	Комбинированные
ХЛ	Цифровые
ХМ	Цифровые матрицы, в том числе программируемые
ХН	Аналоговые матричные
ХТ	Комбинированные аналого-цифровые и прочие
Фоточувствительные схемы с зарядовой связью	
ЦЛ	Линейные
ЦМ	Матричные
ЦП	Прочие

Обозначения функций элементов

Наименование	Обозначение
Буфер	BUF
Вычислитель	CP
Вычислительное устройство	CPU
Вычитатель	SUB
Делитель	DIV
Демультимплексор	DX
Дешифратор	DC
Дисплей	DPY
Инвертор или повторитель	1
Компаратор	COMP
Микропроцессор	MPU
Память	M
Быстродействующая память	FM
Постоянное запоминающее устройство (ПЗУ)	ROM
Программируемое ПЗУ (ППЗУ)	PROM
ППЗУ с возможностью многократного перепрограммирования (РППЗУ)	RPROM
РППЗУ с ультрафиолетовым стиранием	UVPROM
Оперативное запоминающее устройство	RAM
Программируемая логическая матрица	PLM
Преобразователь	X/Y
Буквы X и Y могут быть заменены обозначениями вида информации на входах и выходах:	
аналоговый	
цифровой	
двоичный	
десятичный	
двоично- десятичный	
код Грея	
семисегментный код	
Цифроаналоговый преобразователь	
Аналого- цифровой преобразователь	
Регистр	
Сумматор	
Устройство арифметическо- логическое	
Устройство коммутирующее, ключ	
Шина	BUS или B
Шифратор	CD
Элемент монтажной логики:	
Монтажное ИЛИ	1□
Монтажное И	&□
Элемент нелогический:	*
стабилизатор напряжения	*STU
стабилизатор тока	*STI
набор резисторов	*R
набор конденсаторов	*C
набор диодов	*D
набор транзисторов	*T
набор диодно- резисторных элементов	*DR

Обозначения выводов ИС

Наименование	Обозначение
Адрес	ADR или A
Бит младший	LSB
Бит старший	MSB
Блокировка	INH
Выбор адреса столбца	CAS
Выбор адреса строки	RAS
Выбор кристалла	CS
Выход с тремя состояниями	Z
Генерирование	GEN
Готовность	RDY
Данные входные	DIN
Данные выходные	DOUT
Загрузка (разрешение параллельной записи)	LD
Занято	BUSY
Запись	WR
Запрос	RQ
Инструкция, команда	INS
Конец	END
Коррекция	CORR
Мультиплексирование	MPX
Ожидание	WAIT или WT
Очистка	CLR
Прерывание	INT
Пуск	ST
Работа	RUN
Разрешение прохождения импульсов, работы цепи	CE
Разрешение третьего состояния	EZ
Режим	M
Сброс	R
Синхронизация	SYN
Строб, сигнал выборки	STR
Счет	CT
Считывание (чтение)	RD
Такт	CLK
Установка в "1"	S
Выход питания	V _{CC}
Номинал напряжения питания	+5V
Общий вывод, земля, корпус	GND
Общий вывод цифровой части схемы	#0V
Общий вывод аналоговой части схемы	∩0V
Вывод для подключения резистора	CR
Вывод для подключения конденсатора	CX
Вывод для подключения кварцевого резонатора	BQ

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Разработка и оформление конструкторской документации РЭА / Спр. – Под ред. Романичевой Э.Т. – М.: Радио и связь, 1989.– 448 с.
- 2 Чекмарев А.А., Осипов В.К. Справочник по машиностроительному черчению. – М.: Высш. шк.; "Академия", 2000. – 493с.
- 3 Александров К.К., Кузьмина Е.Г. Электротехнические чертежи и схемы. – М.: Высшая шк.; 1990. – 356с.
- 4 Компьютер для студентов, аспирантов и преподавателей. Самоучитель.: Учебное пособие./ Под ред. Комягина В.Б.— М.: Издательство ТРИУМФ, 2001. – 656с.
- 5 ГОСТ 2.004-88 Общие требования к выполнению конструкторских и технологических документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ
- 6 ГОСТ 2.105-95 Общие требования к текстовым документам
- 7 ГОСТ 2.102-68 Виды и комплектность конструкторских документов
- 8 ГОСТ 2.104-68 Основные надписи
- 9 ГОСТ 2.701-84 Правила выполнения схем
- 10 ГОСТ 2.709-89 Система обозначений в электрических схемах
- 11 ГОСТ 2.004-88 ЕСКД. Общие требования к выполнению конструкторских и технологических документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ.
- 12 ГОСТ 2.104-68 ЕСКД. Основные надписи.
- 13 ГОСТ 2.106-96 ЕСКД. Текстовые документы.
- 14 ГОСТ 2.109-73 ЕСКД. Основные требования к чертежам.
- 15 ГОСТ 2.201-80 Обозначение изделий и конструкторских документов.
- 16 ГОСТ 2.701-84 ЕСКД. Схемы, виды и типы. Общие требования к выполнению.
- 17 ГОСТ 2.702-75 ЕСКД. Правила выполнения электрических схем.
- 18 ГОСТ 2.709-81 ЕСКД. Правила выполнения электрических схем цифровой вычислительной техники.
- 19 ГОСТ 2.710-81 ЕСКД. Обозначения буквенно- цифровые в электрических схемах.
- 20 ГОСТ 2.759-82 ЕСКД. Элементы аналоговой техники.
- 21 ГОСТ 4907-81 Электронные компоненты в целом.
- 22 ГОСТ 11612.0-81 Полупроводниковые приборы.
- 23 ГОСТ 1914-81Е Электронные лампы.

- 24 ГОСТ 21712-83 Пьезоэлектрические приборы.
- 25 ГОСТ 2.768-90 Печатные схемы и платы.
- 26 ГОСТ 17021-88 Интегральные схемы. Микроэлектроника.
- 27 ГОСТ 24606.0-81 Электромеханические компоненты электронного и телекоммуникационного оборудования.
- 28 ГОСТ 23595-79 Системы коммутации и сигнализации.
- 29 Жданович В.В, Горбацевич А.Ф. Оформление документов дипломных и курсовых проектов. – Мн.: УП "Технопринт", 2002. – 99с.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ -----	2
1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ-----	2
1.1 ЦЕЛИ, ЗАДАЧИ И ТЕМАТИКА КУРСОВОЙ РАБОТЫ -----	2
1.2 СОСТАВ, СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЁМ КУРСОВОГО ПРОЕКТА (РАБОТЫ)-----	3
1.3 ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА -----	4
1.4 Выполнение проекта (работы) в электронной форме -----	5
2 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАЗРАБОТКЕ И ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА (РАБОТЫ)-----	7
2.1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ-----	7
2.2 РАЗРАБОТКА И ВЫПОЛНЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМ -----	7
2.3 РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ-----	12
2.4 ВЫПОЛНЕНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ РАСЧЁТОВ-----	13
2.5 ВЫБОР ЭЛЕКТРОРАДИОЭЛЕМЕНТОВ-----	14
2.6 Оценка показателей надежности РЭУ -----	19
2.6.1 Приближенный расчет показателей надежности РЭУ-----	21
2.7 ОФОРМЛЕНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ -----	25
2.7 ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖА -----	26
3 СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ОБРАЗЦЫ ФОРМ -----	28
3.1 ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ КУРСОВОГО ПРОЕКТА (РАБОТЫ)-----	28
Кафедра Естественных наук и информационных технологий -----	28
3.2 ЗАДАНИЕ ПО КУРСОВОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ -----	29
Кафедра Естественных наук и информационных технологий -----	29
3.3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ -----	31
Кафедра Естественных наук и информационных технологий -----	31
3.4 ОФОРМЛЕНИЕ ТАБЛИЦ В ТЕКСТЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ-----	34
3.5 ПРИМЕР ЗАПИСИ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ -----	35
3.6 КЛАССИФИКАЦИЯ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ ПО ФУНКЦИОНАЛЬНОМУ НАЗНАЧЕНИЮ -----	37