

Министерство образования, науки и молодежи Республики Крым
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
Республики Крым

«Симферопольский колледж радиоэлектроники»

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора
по учебной работе
_____ В.И. Полякова
«__» _____ 2023 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

ОП.06 Электронная техника

Специальность: 11.02.01 Радиоаппаратостроение

г. Симферополь,
2023 г.

Методические рекомендации по выполнению курсового проекта дисциплины ОП.06 Электронная техника разработаны в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по специальности среднего профессионального образования 11.02.01 Радиоаппаратостроение, утвержденного приказом Министерства образования и науки от 14.05.2014 г. N 541.

Организация разработчик Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение Республики Крым Симферопольский колледж радиоэлектроники

Разработчик преподаватель ГБПОУ РК СКР:

- Гнатенко Д.З.

Рассмотрена и одобрена на заседании цикловой методической комиссии №_. «_____»_____ 202 г. Протокол №_____

Председатель ЦМК _____ И.Я. Ковалёв

СОДЕРЖАНИЕ

1 Пояснительная записка	4
2 Организация разработки тематики курсового проекта.	6
3 Требования к структуре курсового проекта.	6
4 Требования к оформлению курсового проекта.	6
5 Организация выполнения курсового проекта.	1
6 Порядок защиты курсового проекта.	12
7 Рекомендуемая литература	14
8 Задания к курсовой работе	16
9 Методические рекомендации по выполнению задачи №1	21
Приложения	12

1. Пояснительная записка

Методические указания по выполнению курсового проекта по ОП.06 **Электронная техника** предназначены для обучающихся по специальности 11.02.02 Техническое обслуживание и ремонт радиоэлектронной техники (по отраслям)

Данные указания составлены в соответствии с Положением об организации курсового проектирования ГБПОУ РК «Симферопольский колледж радиоэлектроники».

Результатом выполнения курсового проекта является овладение обучающимися видом профессиональной деятельности по дисциплине **Электронная техника**, в том числе профессиональными и общими компетенциями:

Код	Наименование результата обучения
ПК-1.3	Применять контрольно-измерительные приборы для проведения сборочных, монтажных и демонтажных работ различных видов радиоэлектронной техники.
ПК-3.1	Выбирать измерительные приборы и оборудование для проведения испытаний узлов и блоков радиоэлектронных изделий и измерять их параметры и характеристики
ОК 1	Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.
ОК 2	Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество
ОК 3	Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.
ОК 4	Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития
ОК 5	Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.
ОК 6	Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.
ОК 7	Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий
ОК 8	Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.
ОК 9	Ориентироваться в условиях частой смены технологий в

С целью овладения указанным видом профессиональной деятельности и соответствующими профессиональными компетенциями, обучающийся в ходе выполнения курсового проекта должен:

иметь практический опыт:

- технического обслуживания различной радиоэлектронной техники;
- проведения планового контроля технического состояния различной радиоэлектронной техники (с устранением мелких технических неисправностей);
- проведения планового технического обслуживания различной радиоэлектронной техники (с заменой изношенных деталей и узлов);
- проведения регулировочных работ при наладке радиоэлектронной техники в ходе технического обслуживания;

уметь:

- определять и анализировать основные параметры электронных схем и по ним определять работоспособность устройств электронной техники;
- производить подбор элементов электронной аппаратуры по заданным параметрам;

знать:

- сущность физических процессов, протекающих в электронных приборах и устройствах;
- принципы включения электронных приборов и построения электронных схем;

Курсовой проект является завершающим этапом изучения ОП.06 Электронная техника и предназначен для закрепления и углубления знаний.

Курсовое проектирование ставит перед обучающимися следующие задачи:

- систематизация, закрепление и углубление теоретических знаний, полученных при изучении дисциплины;
- усвоение методов технического обслуживания радиоэлектронной техники;
- умение оформлять надлежащую техническую документацию.

2. Организация разработки тематики курсового проекта

Курсовой проект по степени сложности соответствует теоретическим знаниям, полученным обучающимися при изучении междисциплинарного курса, выполняется в соответствии с индивидуальным заданием.

Тематика курсового проекта (Приложение 4) разрабатывается преподавателем колледжа.

Предложенные преподавателем темы отражаются в заданиях на курсовой проект, которые рассматриваются на заседании цикловой методической комиссии.

Тема курсового проекта может быть также предложена обучающимся при условии обоснования им ее целесообразности.

3 Требования к структуре курсового проекта

Курсовой проект состоит из задания, отзыва, пояснительной записки и графической части. По своему содержанию пояснительная записка должна состоять из следующих разделов:

По структуре курсовой проект состоит из следующих разделов:

- Введение
- Описание схемы
- Назначение элементов
- Расчет элементов
- Выбор элементов схемы
- Описание теоретической части
- Выводы
- Выполнение графической части

Пояснительная записка является текстовым документом и должна выполняться в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД.

4 Требования к оформлению курсового проекта

4.1. Общие положения.

Пояснительная записка выполняется на листах формата А4 одним из следующих способов:- рукописным – чертежным шрифтом по ГОСТ 2.304 с высотой букв и цифр не менее 2,5 мм. Выполнение рукописным способом осуществляется четким почерком чернилами или пастой черного, синего или фиолетового цвета;

- с применением печатающих и графических устройств вывода ПК. В этом случае текст набирается в редакторе WORD шрифтом Times New Roman. Рисунки выполняются в редакторах WORD, Excel, ACCEL или от руки чертежным инструментом.

Каждый лист должен иметь рамку и основную надпись. Основная надпись по форме 2 (ГОСТ 2.104-68) выполняется только на первом текстовом листе (лист- содержание), на остальных листах основная надпись чертится по форме 2а, где заполняется графа 7 — номер листа.

Расстояние от рамки до границ текста в начале и в конце строк – не менее 3 мм, а от верхней или нижней строки текста до верхней или нижней линий рамки – не менее 10 мм.

Абзацы в тексте начинают отступом, равным 20мм

Опечатки, описки и графические неточности исправляют подчисткой или закрашиванием белой краской и нанесением на том же месте исправленного текста (графики) того же цвета.

4.2. Построение пояснительной записки.

Текст пояснительной записки разделяют на разделы и при необходимости на подразделы, пункты, подпункты.

Разделы должны иметь порядковые номера, обозначенные арабскими цифрами без точки и записанные с абзацевого отступа. Номер подраздела состоит из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела точка не ставится. Разделы, как и подразделы, могут состоять из одного или нескольких пунктов. Номер пункта отделяется от номера раздела или подраздела точкой, а в конце номера пункта точка не ставится.

Внутри текста пунктов или подпунктов могут быть приведены перечисления. Перед каждой позицией перечисления ставится дефис или при необходимости ссылки в тексте пояснительной записки на одно из перечислений, строчную букву, после которой ставится скобка. Для дальнейшей детализации перечислений используют арабские цифры, после которых ставится скобка, а запись производится с абзацевого отступа.

Каждый пункт, подпункт и перечисление записывается с абзацевого отступа.

Разделы и подразделы должны иметь заголовки. Пункты, как правило, заголовков не имеют. Заголовки должны чётко и кратко отражать содержание разделов и подразделов. Заголовки выполняют с прописной буквы без точки в конце, не подчёркивая. Переносы слов в заголовках не допускаются. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

Расстояние между текстом и заголовком следующего пункта при выполнении пояснительной записки машинописным способом должно быть равно 3 или 4 интервалам, при выполнении от руки – 15 мм, а между заголовком и последующим текстом – двум интервалам. Расстояние между заголовками раздела и подраздела - 2 интервала, при выполнении от руки – 8 мм.

Каждый раздел пояснительной записки рекомендуется начинать с нового листа.

4.3. Изложение текста пояснительной записки.

Полное наименование разработанного устройства на титульном листе, в основной надписи и при первом упоминании в тексте должно быть одинаковым. Наименования, используемые в тексте и на иллюстрациях, должны быть одинаковыми.

В тексте пояснительной записки должны применяться научно-технические термины, обозначения и определения, установленные соответствующими стандартами, а при их отсутствии - общепринятые в научно-технической литературе.

В тексте пояснительной записки не допускается:

- применять обороты разговорной речи, техницизмы, профессионализмы;

- применять для одного и того же понятия различные научно-технические термины, близкие по смыслу (синонимы), а также иностранные слова и термины при наличии равнозначных слов и терминов в русском языке;

- применять произвольные словообразования;

- сокращать обозначения единиц физических величин, если они употребляются без цифр, за исключением единиц физических величин в таблицах и в расшифровках буквенных обозначений, входящих в формулы и рисунки.

В тексте, за исключением формул, таблиц и рисунков, не допускается:

- применять знак минус (-) перед отрицательными значениями величин; следует писать слово “минус“;

- применять без числовых значений математические знаки, например, > (больше), < (меньше), = (равно), (не равно), а также знаки № (номер), %? (меньше или равно),?(больше или равно),? (процент).

Условные буквенные обозначения или знаки должны соответствовать принятым в действующем законодательстве и государственных стандартах.

В тексте документа перед значением параметра дают его пояснение, например, “Сопrotивление нагрузки R_n ”.

При применении условных обозначений, не установленных действующими стандартами, их следует пояснять в тексте или в перечне обозначений.

В пояснительной записке следует применять стандартные единицы физических величин, их наименования и обозначения в соответствии с ГОСТ 8.417. При этом применение разных систем обозначения физических величин не допускается.

В тексте числовые значения величин с обозначением единиц физических величин и единиц счета пишутся цифрами, а числа без обозначения единиц физических величин и единиц счета от единицы до девяти - словами.

Примеры.

1. В качестве нагрузочного резистора выбирают четыре резистора сопротивлением 200 Ом, соединенных параллельно.

2. Для расчета отобразить 5 транзисторов.

Если в тексте проводится ряд числовых значений, выраженных в одной и той же единице физической величины, то ее указывают только после последнего числового значения, например 5,6; 6,8; 7,5 Ом. Если в тексте приводят диапазон числовых значений, выраженных в одной и той же единице физической величины, то обозначение этой единицы указывается после последнего числового значения диапазона.

Примеры.

1. От 6 до 9 А.

2. От минус 40 до плюс 60°C.

Недопустимо переносить на разные строки или страницы числовое значение и единицу физической величины, кроме таковых, помещенных в таблицах.

Дробные числа в тексте приводят в виде десятичных дробей. При невозможности выражения чисел в этом виде, допускается их записывать в виде простой дроби в одну строчку через косую черту, например, 5/32.

В формулах в качестве символов следует применять обозначения, установленные государственными стандартами. Пояснения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, если они не пояснены ранее в тексте, должны быть приведены непосредственно под формулой. Пояснения каждого символа следует давать с новой строки в той последовательности, в которой символы приведены в формуле. Первая строка пояснения должна начинаться с начала строки со слова “где“ без двоеточия после него.

Пример. Ток покоя коллектора $I_{к.п.}$, А, вычисляют по формуле (1)

где E_k - напряжение источника питания, В; $U_{кэ.п}$ - напряжение на транзисторе в режиме покоя, В; R_k - сопротивление коллекторного резистора, Ом.

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

Числовые значения символов подставляют в том же порядке, что и символы в аналитической формуле.

Переносить формулы на следующую строку допускается только на знаках выполняемых операций, причем знак в начале следующей строки повторяют. При переносе формулы на знаке умножения применяют знак “х”. Применение машинописных и рукописных символов в одной формуле не допускается. Формулы должны нумероваться сквозной нумерацией арабскими цифрами, которые записывают на уровне формулы в круглых скобках справа в конце строки. Ссылки на формулы дают также в скобках,

например, ...согласно формуле (1)... . Формулы приложений нумеруются с добавлением перед цифрой обозначения приложения, разделенных точкой, например, ...формула (В.1)... . Допускается нумерация формул в пределах раздела. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой, например, (3.1).

4.4 Оформление рисунков.

Количество рисунков должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста. Рисунки располагают либо в тексте как можно ближе к их описанию, либо в конце текста. Иллюстрации должны быть выполнены в соответствии с требованиями ЕСКД и должны быть пронумерованы арабскими цифрами сквозной нумерацией. Если рисунок один, то он обозначается “Рисунок 1”.

Допускается пронумеровать иллюстрации в пределах раздела. В этом случае номер рисунка состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой, например - Рисунок 1.1.

Нумерация иллюстраций приложений состоит из обозначения приложения и порядкового номера иллюстрации, например - Рисунок А.3.

При ссылках на иллюстрации следует писать “... в соответствии с рисунком 4” или “... в соответствии с рисунком 1.4” в зависимости от принятого вида нумерации.

Иллюстрации, при необходимости, могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисуночный текст). Пояснительные данные располагают ниже рисунка, а слово “Рисунок” и наименование помещают после подрисуночного текста, и располагают в середине строки следующим образом: “Рисунок 1 - Схема входного каскада”.

На приводимых в пояснительной записке электрических схемах около каждого элемента указывают его позиционное обозначение (в соответствии с ГОСТ 2.710), его порядковый номер в пределах данного вида элемента и, при необходимости, номинальное значение величины или типа полупроводникового прибора.

4.5 Построение таблиц.

Таблицы в пояснительной записке нумеруются арабскими цифрами сквозной нумерацией. Таблицы каждого приложения нумеруются отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения и точки. Допускается пронумеровать таблицы в пределах раздела с указанием перед номером таблицы номера раздела и разделением их точкой.

Название таблицы, при его наличии, должно отражать ее содержание, быть точным и кратким. Название таблицы помещают над таблицей слева без точки в конце, например, Таблица 1 - Параметры транзистора КТ315А.

При переносе части таблицы на ту же или другие страницы название помещают только над первой частью таблицы, над другими частями пишут “Продолжение таблицы ...”, “Окончание таблицы ...”.

На все таблицы пояснительной записки в ее тексте должны быть приведены ссылки, например, “Параметры транзистора КТ315А приведены в таблице 1”.

Заголовки граф и строк пишутся с прописной буквы, а подзаголовки граф - со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят. Заголовки и подзаголовки граф указывают в единственном числе.

Таблицы слева, справа и снизу, как правило, ограничивают линиями. Разделять заголовки и подзаголовки боковика и граф диагональными линиями не допускается. Головка таблицы должна быть отделена линией от остальной части таблицы, в которой допускается разграничительные линии не проводить, если их отсутствие не затрудняет пользование таблицей.

Таблицу помещают под текстом с первой ссылкой на неё, или на следующей странице, а при необходимости, в приложении. Допускается помещать таблицу вдоль длинной стороны листа.

Допускается делить таблицу на части, помещая одну часть под другой или рядом, при этом в каждой части таблицы повторяют её головку и боковик. При делении таблицы на части допускается её головку или боковик заменять соответственно номером графа и строк. При этом нумеруют арабскими цифрами грады и (или) строки первой таблицы. При размещении частей таблицы рядом друг с другом, рекомендуется их разделять двойной линией толщиной 2S.

Если в конце страницы таблица прерывается и ее продолжение приводится на следующей странице, в первой части нижнюю горизонтальную линию, ограничивающую таблицу, не проводят.

Графу “Номер по порядку” в таблицу включать не допускается. Нумерация граф таблицы арабскими цифрами допускается в случаях, когда есть ссылка на них, при делении таблицы на части, при переносе части таблицы на следующую страницу.

При необходимости нумерация показателей, параметров или других данных порядковые номера следует указывать в первой графе (боковике) таблицы непосредственно перед их наименованием. Перед числовыми значениями величин и обозначением типов, марок и т.п. порядковые номера не проставляют.

Заменять кавычками повторяющиеся в таблице цифры, математические знаки, знаки процента и номера, обозначение типов и марок и.д. не допускается.

Если в таблице приводится интервал изменения параметра, между его крайними значениями ставится тире.

Числовое значение показателя проставляют на уровне последней строки наименования показателя, а значение показателя, приведенное в виде текста, записывают на уровне первой строки наименования показателя.

5 Организация выполнения курсового проекта

Курсовой проект выполняется под руководством преподавателя – руководителя.

Практическое руководство со стороны преподавателя включает:

Предоставление студенту задания на курсовой проект (Приложение 2) и проверку его выполнения.

Задание на выполнение курсового проекта регламентирует наиболее важные вопросы его разработки, а именно:

- тему курсового проекта;
- перечень вопросов, которые необходимо разработать;
- сроки выполнения курсового проекта;
- кто является исполнителем курсового проекта;
- кто является руководителем курсового проекта.

Задание на курсовой проект выдается обучающемуся не позднее, чем за полтора месяца до срока сдачи курсового проекта.

Составление календарного плана работы над вопросами курсового проекта, в котором определяются этапы, сроки написания и оформления, выполнения графической части обучающимся.

Консультации обучающегося по выбранной теме, помощь в осмыслении ее содержания и выработке плана работы, объема используемого нормативного материала, обсуждение наиболее принципиальных и спорных вопросов.

Рекомендации по использованию основной и дополнительной литературы, практического материала и других источников информации как составной части курсового задания.

Контроль хода выполнения пунктов курсового проекта.

Консультации по оформлению ПЗ КП.

Проверку выполненного курсового проекта, написание отзыва на курсовой проект (Приложение 4).

6 Порядок защиты курсового проекта

Курсовой проект представляется и защищается в сроки, предусмотренные графиком выполнения курсовых проектов.

Курсовой проект должен быть сдан преподавателю – руководителю не позднее, чем за пять дней до назначенного срока защиты.

Положительно оцененный руководителем курсовой проект подлежит защите.

При защите курсового проекта оценивается:

- Глубокая теоретическая проработка исследуемых вопросов на основе анализа используемых источников

- Полнота раскрытия темы, правильное соотношение теоретического и фактического материала, связь теоретических положений с практикой

- Аргументированность, самостоятельность выводов, обоснованность предложений и рекомендаций

- Четкость выполнения курсового проекта, грамотность, хороший технический язык и стиль изложения, правильное оформление, как самой курсового проекта, так и научно-справочного аппарата.

Процедура защиты состоит из краткого сообщения студентом об основном содержании курсового проекта, его ответов на вопросы, обсуждения качества графической части и ее окончательной оценки.

Выступление в ходе защиты должно быть четким и лаконичным, содержать основные направления работы над темой курсового проекта, содержать выводы и результаты проведенного исследования. Учитывая выступление студента и ответы на вопросы в ходе защиты, преподаватель выставляет оценку по пятибалльной системе.

Работа оценивается на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка «отлично» выставляется при защите курсового проекта при:

1). Соответствии содержания курсового проекта заявленной теме.
2). Глубоком и полном раскрытии вопросов теоретической и практической части курсового проекта.

3). Отсутствие ошибок, неточностей, несоответствий в изложении теоретических и практических разделов.

4). Глубоком и полном анализе результатов курсового проекта, постановке верных выводов, указании их практического применения.

5). Высоком качестве оформления курсового проекта.

6). Представление курсового проекта в указанные руководителем сроки.

7). Уверенной защите курсового проекта.

Оценка «хорошо» выставляется при защите курсового проекта при:

1). Соответствие содержания курсового проекта заявленной теме.

2). Наличие небольших неточностей в изложении теоретического или практического разделов курсового проекта, исправленных самим обучающимся в ходе защиты.

3). Глубоком и полном анализе результатов курсового проекта, постановке верных выводов, указании их практического применения.

4). Представление курсового проекта (работы) в указанные руководителем сроки.

5). Обнаружение ошибок и неточностей в ходе защиты курсового проекта.

Оценка «удовлетворительно» выставляется при защите курсового проекта:

- 1). При соответствии содержания курсового проекта заявленной теме.
- 2). При недостаточно полном раскрытии вопросов теоретической или практической части курсового проекта.
- 3). Или при наличии ошибок и неточностей в изложении теоретического или практического разделов курсового проекта (работы), исправленных самим обучающимся в ходе защиты.
- 4). Или при недостаточно глубоком и полном анализе результатов курсового проекта.
- 5). Или при небрежном оформлении курсового проекта.
- 6). Или при представлении курсового проекта в поздние сроки.
- 7). Или при обнаружении ошибок и неточностей в ходе защиты курсового проекта.

На оценку «неудовлетворительно» может быть оценен курсовой проект:

- 1). При несоответствии содержания курсового проекта заявленной теме.
- 2). Или при нераскрытии вопросов теоретической или практической части курсового проекта.
- 3). Или при наличии грубых ошибок в изложении теоретического или практического разделов курсового проекта.
- 4). Или при отсутствии анализа результатов курсового проекта.
- 5). Или при низком качестве оформления курсового проекта.
- 6). Или при представлении курсового проекта в поздние сроки.
- 7). Или при обнаружении грубых ошибок в ходе защиты курсового проекта.

Положительная оценка по междисциплинарному курсу выставляется только при условии успешной сдачи курсового проекта на оценку не ниже «удовлетворительно».

Обучающимся, получившим неудовлетворительную оценку по курсовому проекту, предоставляется право выбора новой темы курсового проекта или, по решению преподавателя, доработки прежней темы с определением нового срока для ее выполнения. Интересные по тематике, форме и содержанию курсовые проекты могут рекомендоваться для публикации, представляться на конкурс студенческих письменных работ и использоваться в учебном процессе.

7 Рекомендуемая литература

Нормативные и нормативно-технические документы:

Федеральный государственный образовательный стандарт среднего профессионального образования специальности 11.02.01 Радиоаппаратостроение, утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от 14.05.2014 г. № 521.

Основные источники:

Москатов, Е.А. Электронная техника : учебное пособие / Москатов Е.А. — Москва : КноРус, 2021. — 199 с. — ISBN 978-5-406-02921-3. — URL: <https://book.ru/book/936294> (дата обращения: 28.09.2021). — Текст : электронный.

Дополнительные источники:

1. Берикашвили В.Ш. Электронная техника : учебник для студентов учреждений среднего профессионального образования / В.Ш. Берикашвили. - М.: Издательский центр “Академия”, 2018. - 336 с.— Текст: непосредственный.

2 Москатов Е.А. Электронная техника : учебное пособие / Е.А. Москатов. – 2-е изд., перераб. – Москва: КНОРУС, 2019. – 200 с. — Текст: непосредственный.

Электронные ресурсы:

Электронные компоненты: справочная информация// ЗАО «Промэлектроника» [сайт], 1993–2020. — Текст: электронный. —URL: http://info.promelec.ru/catalog_info/ , (дата обращения:10.08.2022). — Режим доступа: свободный.

Сайт-ПАЯЛЬНИК 'schem.net' [сайт]. — Свидетельство о регистрации СМИ Эл № ФС 77 - 59178 от 03.09.2014. — 1999-2020.—URL: <http://schem.net/> , (дата обращения:10.08.2022). – Режим доступа: свободный. — Текст: электронный.

Топ-20 полезных ресурсов для инженеров-электриков//ГЕОЛАЙН технологии [сайт]. — 2011-2020. — Текст: электронный. — URL: <http://geoline-tech.com/для-инженеров-электриков/>,(дата обращения:10.08.2022). – Режим доступа: свободный.

8. Задания к курсовой работе

Задание №1

Тема «Расчет элементов схемы усилительного каскада»

(Варианты 1-30)

1. Рассчитайте резисторный каскад предварительного усиления гармонических сигналов на биполярном транзисторе, работающем на входную цепь следующего каскада.

Транзисторы включены по схеме с ОЭ и имеют эмиттерную стабилизацию точки покоя.

Развязывающий фильтр отсутствует.

Питание цепей смещения и коллекторной цепи осуществляется от общего источника.

Диапазон изменения температуры окружающей среды $5-40^{\circ}$

Данные для расчета приведены в таблице №1.

Необходимо выполнить следующее:

- Начертить принципиальную схему заданного каскада.
- Выбрать параметры рабочего режима транзистора ($I_{к0}$, $U_{к0}$, $I_{б0}$)
- Определить коэффициенты усиления по току K_I , напряжению K_U , мощности K_P
- Рассчитать емкость разделительного конденсатора
- Рассчитать элементы схемы температурной стабилизации точки покоя

Таблица 1 — Исходные данные для расчета (по вариантам)

№ варианта	Тип транзистора	Напряжение источника питания, В	Амплитуда входного тока следующего транзистора, $I_{\text{вх.сл}} \text{ мА}$	Входное сопротивление следующего транзистора, $R_{\text{вх.тр сл, Ом}}$	Сопротивления делителя смещения следующего транзистора		Нижняя частота рабочего диапазона $f_{\text{н}}$, Гц	Допустимый коэффициент частотных искажений $M_{\text{н}}$, Дб
					$R_{\text{д1 сл, Ом}}$	$R_{\text{д2 сл, Ом}}$		
1	КТ315В	10	1,5	220	4300	1100	70	0,8
2	КТ312А	12	0,3	390	24000	6200	30	0,7
3	КТ326БМ	11	2,5	200	1600	510	50	0,7
4	КТ373А	12	0,4	330	1500	470	40	0,9
5	КТ315Б	10	1,0	160	6200	1500	60	0,6
6	КТ203Б	9	0,2	560	22000	5100	50	0,8
7	КТ350А	12	2,0	130	2000	820	60	0,9
8	КТ326БМ	10	0,8	190	8200	2200	30	1,0
9	КТ312В	11	0,15	800	12000	3300	70	0,6
10	КТ203В	12	1,0	200	10000	820	50	1,0
11	КТ312А	12	0,3	390	24000	6200	30	0,7
12	КТ203Б	9	0,2	560	22000	5100	50	0,8
13	КТ315А	10	1,0	160	6200	1500	60	0,6
14	КТ208И	12	1,5	220	4200	1100	70	0,7
15	КТ3107А	8	0,3	200	18000	560	50	0,8
16	КТ3129В9	11	0,4	380	1800	620	30	0,9
17	КТ203А	12	2,5	140	6200	1500	40	1,0
18	КТ312Г	10	2,0	520	1500	450	70	0,9
19	КТ209Б	9	0,8	330	8100	2100	60	0,8
20	КТ315Н	11	0,2	160	2100	810	30	0,9
21	КТ3128Б	8	0,15	560	22000	6100	50	0,9
22	КТ3107Д	12	1,0	130	4500	1300	60	1,0
23	КТ209А	10	0,3	190	4200	850	40	0,6
24	КТ3128А	12	2,0	600	1400	450	70	0,8
25	КТ312А	8	0,4	200	6400	1200	30	1,0

9 Методические рекомендации по выполнению задачи №1

Выпишите условие задачи №1 и данные для расчета из таблицы №1 в соответствии с Вашим вариантом. ВАХ транзисторов необходимо взять из справочников.

Из таблицы №3 выпишите данные транзистора, заданного по условию, сведите их в таблицу следующей формы:

Таблица №2

Тип транзистора	Структура	$P_{К\text{МАХ}}$, Вт	$U_{КЭ\text{МАХ}}$, В	$I_{К\text{МАХ}}$, мА	$f_{ГР}$, МГц	$h_{21Э}$		$r_{Б}^1$, Ом
						$h_{21\text{МАХ}}$	$h_{21\text{МИН}}$	

Таблица №3 - Основные электрические параметры некоторых типов транзисторов

Тип транзистора	Структура	$f_{ГР}$, МГц	$h_{21\text{МИН}}$	$h_{21\text{МАХ}}$	Максимально допустимые значения					$I_{КБ0}$, мкА	$C_{К\text{МАХ}}$, пФ	$r_{Б}^1$, Ом	$R_{ПЕР}$, °С/мВт
					$P_{К\text{МАХ}}$, Вт	$U_{КБ\text{МАХ}}$, В	$U_{КЭ\text{МАХ}}$, В	$I_{К\text{МАХ}}$, мА	$t_{ПЕР}$, °С				
КТ315В	п-р-п	250	20	90	150	30	30	100	120	1	7	70	0,67
КТ312А	п-р-п	80	10	100	225	20	20	30	115	10	5	100	0,25
ГТ320А	р-п-р	80	20	80	200	20	15	150	90	10	8	70	0,225
КТ373А	п-р-п	300	100	250	150	30	30	50	150	0,05	8	50	0,6
КТ315Б	п-р-п	250	50	350	150	15	15	100	120	1	7	70	0,67
КТ203Б	р-п-р	3,1	30	100	150	30	30	10	150	1	10	50	0,5
КТ350А	р-п-р	100	20	200	200	20	15	100	150	1	70	50	0,6
ГТ320Б	р-п-р	120	50	160	200	20	15	150	90	10	8	70	0,225
КТ312В	п-р-п	120	50	280	225	20	20	30	115	10	5	100	0,25
КТ203В	р-п-р	3,1	30	200	150	15	15	10	150	1	10	50	0,5

Порядок решения задачи

Составьте принципиальную схему резисторного каскада по заданному условию. Элементы схемы выполните строго в соответствии со стандартом. Изображая транзистор и полярность источника питания, учитывайте структуру заданного транзистора. Не забудьте под рисунком указать его номер и название.

Выберите параметры рабочего режима транзистора:

$U_{К0}$ – выходное напряжение в точке покоя

I_{KO} – выходной ток в точке покоя

I_{BO} - входной ток в точке покоя

Ток покоя выбирается так, чтобы с запасом обеспечивалась заданная амплитуда входного сигнала следующего каскада $I_{ВХ М СЛ}$:

$I_{KO} \approx (1,2 \dots 1,5) I_{KM}$, где

I_{KM} – сумма амплитуд переменных составляющих тока коллектора, протекающего через резисторы R , $R_{Д1 СЛ}$, $R_{Д2 СЛ}$ и амплитуды тока $I_{ВХ М СЛ}$ следующего каскада, т.е. всех цепей, нагружающих транзистор (см. рисунок 1)

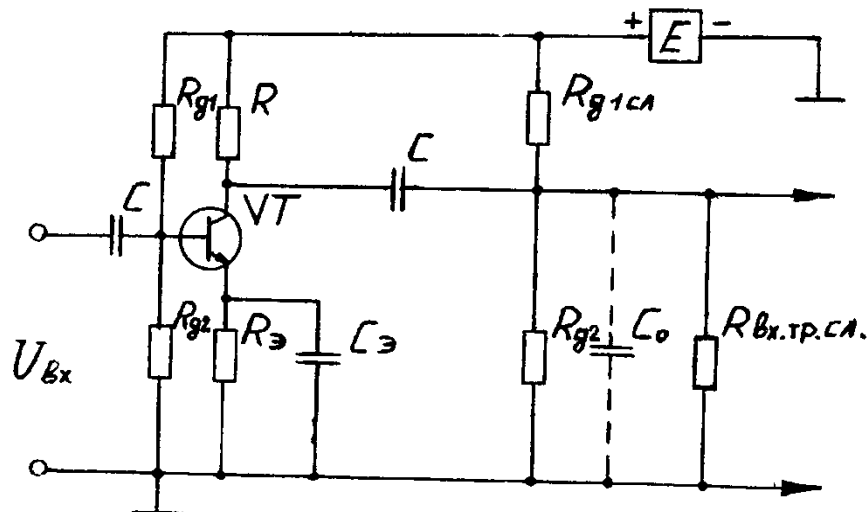


Рис. 19

Рисунок 1

Рассчитайте I_{KM} по следующей формуле:

$$I_{KM} = i \frac{i}{U_{ВХ М СЛ}} R_{CP} + \frac{U_{ВХ М СЛ}}{R_{Д1 СЛ}} + \frac{U_{ВХ М СЛ}}{R_{Д2 СЛ}} + I_{ВХ М СЛ}$$

где $U_{ВХ М СЛ}$ – входное напряжение следующего каскада, рассчитывается по формуле:

$$U_{ВХ М СЛ} = I_{ВХ М СЛ} * R_{ВХ М СЛ};$$

R_{CP} – ориентировочное значение сопротивления резистора в коллекторной цепи транзистора, рассчитывается по формуле:

$$R_{CP} = \frac{0.4 E}{2 I_{ВХ М СЛ}}$$

Определив R_{CP} и $U_{ВХ М СЛ}$,

рассчитайте I_{KM} ,

выберите I_{KO}

Подставляйте в формулы величины в основных единицах.

Проверьте, правильно ли Вы выбрали I_{K0} . Для этого сравните его с $I_{K \text{ MAX}}$ из таблицы справочных данных транзистора. Если $I_{K0} < I_{K \text{ MAX}}$, расчет I_{K0} верен. Если I_{K0} получился меньше 1мА, его следует округлить до 1мА и в дальнейших расчетах использовать $I_{K0} = 1\text{мА}$, так как при меньших значениях I_{K0} параметры транзистора, указанные в справочнике, не гарантируются.

Рассчитайте выходное напряжение в точке покоя U_{K0} .

U_{K0} равно разности напряжения на резисторах R и $R_{Э}$, т.е.

$$U_{K0} = E - I_{K0} * R - I_{K0} * R_{Э}$$

Обычно выбирают сопротивление резистора в коллекторной цепи

$$R = \frac{(0.3 \dots 0.5) E}{I_{K0}}$$

сопротивление резистора в эмиттерной цепи

$$R_{Э} = \frac{(0.1 \dots 0.3) E}{I_{K0}}$$

Значения коэффициентов при E следует брать такими, чтобы сумма коэффициентов составила $0,5 \dots 0,6$.

Рассчитав значения R и $R_{Э}$, выберите ближайшие номиналы по таблице №5

При расчете U_{K0} в формулу подставляйте выбранные значения.

Проверьте правильность расчета U_{K0} и выбора R и $R_{Э}$

Если $3 \text{ В} < U_{K0} < (0.3 \dots 0.4) U_{KЭ \text{ MAX}}$, $U_{KЭ \text{ MAX}}$ берется из справочных данных транзистора, то выбор сделан верно. Если же это условие не соблюдается, следует пересчитать R , $R_{Э}$ и U_{K0} , изменив коэффициенты при E

Входной ток в точке покоя I_{B0} определяется расчетным путем для наихудшего транзистора, т.е. имеющего наименьший коэффициент усиления по току $h_{21Э}$:

$$I_{B0} = \frac{I_{K0}}{h_{21 \text{ МИН}}}, \quad h_{21 \text{ МИН}} \text{ берется из справочных данных транзистора}$$

Рассчитайте коэффициенты усиления каскада по току K_I , напряжению K_U , мощности K_P для наихудшего транзистора.

Прежде чем рассчитать коэффициент усиления каскада по току K_I надо определить сопротивление делителя смещения следующего каскада

$$R_{ДСЛ} = \frac{R_{Д1СЛ} * R_{Д2СЛ}}{R_{Д1СЛ} + R_{Д2СЛ}}$$

Входное сопротивление следующего каскада

$$R_0 = \frac{R_{ДСЛ} * R_{ВХТРСЛ}}{R_{ДСЛ} + R_{ВХТРСЛ}}$$

Сопrotивление нагрузки выходной цепи транзистора току сигнала

$$R = \frac{R_0 * R}{R_0 + R}, \text{ где}$$

R – сопротивление в цепи коллектора

Теперь можно рассчитать коэффициент усиления по току

$$K_I = \frac{h_{21 MIN} * R}{R_{BXTPCL}}$$

Коэффициент усиления каскада по напряжению определяется по формуле:

$$K_U = \frac{h_{21 MIN} * R}{R_{BXЭ}}, \text{ где}$$

$R_{BXЭ}$ – входное сопротивление транзистора, определяется по формуле :

$$R_{BXЭ} = r'_B + \frac{0,026}{I_{K0}} (h_{21Э} + 1)$$

r'_B – сопротивление области базы, берется из справочных данных транзистора

$h_{21Э}$ – типовое значение коэффициента передачи тока, определяется по формуле:

$$h_{21Э} = \sqrt{h_{21Э MAX} * h_{21Э MIN}}$$

Коэффициент усиления каскада по мощности определяется по формуле:

$$K_P = K_I * K_U$$

Рассчитайте емкость разделительного конденсатора C.

Известно, что частотные искажения на низких частотах в резисторных каскадах создаются разделительным конденсатором C и конденсатором эмиттерной стабилизации $C_Э$. поэтому емкости конденсаторов C и $C_Э$ рассчитываются, исходя из допустимых частотных искажений в области нижних частот:

$$C = \frac{1}{2 \pi f_H (R_{ЭКВН} + R_0) \sqrt{M^{2H} - 1}}$$

В этой формуле не известно $R_{ЭКВН}$ – внутреннее сопротивление эквивалентного генератора в области нижних частот. В расчетах можно считать $R_{ЭКВН}$ приблизительно равным сопротивлению в коллекторной цепи транзистора R, т.е. $R_{ЭКВН} \approx R$.

M_H подставляется в формулу в относительных единицах. В условии задачи M_H задается в децибелах.

Переведите значение M_H в относительные единицы по таблице №4.

Таблица №4 - Таблица перевода М из децибел в относительные единицы

М,дБ	М, отн. ед.	М,дБ	М, отн. ед	М,дБ	М, отн. ед	М,дБ	М, отн. ед	М,дБ	М, отн. ед
0	1,0000	0,4	1,047	1,8	1,230	3,2	1,445	4,6	1,698
0,005	1,0006	0,5	1,059	1,9	1,245	3,3	1,462	4,7	1,718
0,01	1,0012	0,6	1,072	2,0	1,259	3,4	1,479	4,8	1,738
0,02	1,0023	0,7	1,084	2,1	1,274	3,5	1,496	4,9	1,758
0,03	1,0035	0,8	1,096	2,2	1,288	3,6	1,514	5,0	1,778
0,04	1,0046	0,9	1,109	2,3	1,303	3,7	1,531	5,1	1,799
0,05	1,0058	1,0	1,122	2,4	1,318	3,8	1,549	5,2	1,820
0,06	1,0069	1,1	1,135	2,5	1,334	3,9	1,567	5,3	1,841
0,07	1,0081	1,2	1,148	2,6	1,349	4,0	1,585	5,4	1,862
0,08	1,0093	1,3	1,161	2,7	1,365	4,1	1,603	5,5	1,884
0,09	1,0104	1,4	1,175	2,8	1,380	4,2	1,622	5,6	1,905
0,1	1,012	1,5	1,189	2,9	1,396	4,3	1,641	5,7	1,928
0,2	1,023	1,6	1,202	3,0	1,413	4,4	1,660	5,8	1,950
0,3	1,035	1,7	1,216	3,1	1,429	4,5	1,679	5,9	1,972

Рассчитав С, выберите стандартное значение, округляя в большую сторону.

Таблица №5 - Шкала номинальных значений сопротивлений и емкостей

5%	1,0	1,1	Точность	1,2	1,3	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,7	3,0
10%	1,0			1,2		1,5		1,8		2,2		2,7	
20%	1,0					1,5				2,2			2,7
5%	3,3	3,6	Точность	3,9	4,3	4,7	5,1	5,6	6,2	6,8	7,5	8,2	9,1
10%	3,3			3,9		4,7		5,6		6,8		8,2	
20%	3,3					4,7				6,8			8,2

Примечания: номиналы сопротивлений и емкостей больше 10 получаются умножением этой шкалы на 10, 100, 1000 и т. д.

Рассчитайте элементы схемы температурной стабилизации.

Расчет схемы эмиттерной стабилизации заключается в расчете сопротивлений резисторов делителя смещения $R_{д1}$, $R_{д2}$ по выбранному значению $R_{э}$.

Сначала рассчитайте общее сопротивление делителя:

$$R_{д} = R_{э} \frac{h_{21э} (S - 1)}{h_{21э} - S}, \text{ где}$$

S – коэффициент неустойчивости, по которому оценивается эффективность

стабилизации.

Обычно для нормальной работы каскада величина S должна быть в пределах от 2 до 5. В нашем случае при небольшом изменении температуры ($5...40^{\circ}\text{C}$) достаточно выбрать $S=3$.

$$h_{21Э} = \sqrt{h_{21ЭMAX} * h_{21ЭMIN}}$$

Рассчитав R_D , рассчитайте R_{D1} и R_{D2} :

Сопротивление гасящего резистора

$$R_{D1} = \frac{E * R_D}{I_{K0} * R_{Э}}$$

Сопротивление резистора смещения

$$R_{D2} = \frac{R_{D1} * R_D}{R_{D1} - R_D}$$

Выберите стандартные значения сопротивлений R_{D1} и R_{D2} . Округляйте их значения в большую сторону.

Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
Республики Крым
«Симферопольский колледж радиоэлектроники»

Курсовая работа

по дисциплине «Электронная техника»

на тему: « Расчет элементов резистивного каскада на биполярном
транзисторе »

Студента 2 курса группы _____

Специальность: 11.02.

(фамилия и инициалы)

Руководитель: Преподаватель

(фамилия и инициалы)

Члены комиссии

(Фамилия и инициалы)

(подпись)

(Фамилия и инициалы)

(подпись)

Симферополь, 2023 г

Критерии оценки курсовой работы

№ п/п	Параметры	Критерии	Баллы
1.	Полнота раскрытия темы в пояснительной записке	Оптимальная	10-9
		С недочетами	8-7
		С грубыми ошибками	6-5
2.	Глубокая теоретическая проработка темы	Использование различных источников информации	10-9
		Использование учебной литературы	8-7
		Использование лекционного материала	6-5
3.	Правильность проведения практической части курсовой работы	Полностью соответствует требованиям	10-9
		Соответствует с небольшими недочетами	8-7
		Соответствует при исправлении грубых ошибок	6-5
4.	Качество оформления курсовой работы	В соответствии с требованиями	10-9
		С небольшими погрешностями	8-7
		Не в соответствии с требованиями	6-5

Таблица перевода рейтинговых баллов в оценку

Баллы	Оценка	Проценты
40-36	5 (отлично)	100-85
35-28	4 (хорошо)	84-70
27-20	3 (удовлетв.)	69-50
Ниже 20	2 (неудовл.0	Меньше 50

Оценочный лист

№ п/п	Ф.И.О.	Пояснительная записка курсовой работы, раскрывающая тему	Грамотность подбора информации для теоретической части	Выполнение практической части курсовой работы	Качество оформления курсовой работы	Сумма баллов	Оценка
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							

**Отзыв на курсовую работу реферативного характера с элементами
практического характера**

студент _____

Ф.И.О

специальность _____

группа _____

по дисциплине _____

тема _____

1.Актуальность темы исследования _____

2.Соответствие содержания темы _____

3.Соответствие оформлению работы стандартам _____

4.Оценка структуры работы (введение, основная часть, заключение,
приложение) _____

-обоснование темы _____

-основание часть (соответствие заданию, последовательность и правильность
расчетов) _____

-обобщение результатов (полнота вывода) _____

-соответствие иллюстративно-графического приложения тематик е работы _____

- библиография (разнообразии и соответствии выполнения списка
нормативам) _____

Оценка _____

Отзыв составил _____

Дата _____

Подпись _____

Должность _____