



Міністэрства транспарту і камунікацый
Рэспублікі Беларусь
ДЭПАРТАМЕНТ ПА АВІАЦЫІ
Установа адукацыі
БЕЛАРУСКАЯ ДЗЯРЖАУНАЯ
АКАДЭМІЯ АВІАЦЫІ

Министерство транспорта и коммуникаций
Республики Беларусь
ДЕПАРТАМЕНТ ПО АВИАЦИИ
Учреждение образования
БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
АКАДЕМИЯ АВИАЦИИ

ЗАГАД

18.09.2024

г. Мінск

ПРИКАЗ

г. Минск

Об утверждении Методических рекомендаций

С целью качественной организации образовательного процесса в 2024/2025 учебном году
ПРИКАЗЫВАЮ:

1. Утвердить:

1.1. Методические рекомендации:

1.2. по оформлению курсового проекта (курсовой работы) для курсантов дневной и заочной форм получения высшего образования (Приложение 1);

1.3. по оформлению дипломного проекта (дипломной работы) для курсантов дневной и заочной форм получения высшего образования (Приложение 2).

2. Считать выполнение требований, изложенных в Методических рекомендациях, обязательными для всех специальностей высшего образования БГАА.

4. Контроль за исполнением приказа возложить на проректора по учебной работе М.К.Завалей.

Основание: служебная записка начальника учебно-методического отдела Будчан М.А. от 06.09.2024.

Ректор

А.А.Шегидевич

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ АВИАЦИИ



УТВЕРЖДАЮ
Ректор БГАА

А.А.Шегидевич
2024

Методические рекомендации
по оформлению
курсового проекта (курсовой работы)
для курсантов дневной и заочной форм
получения высшего образования

г.Минск
2024 год

СОСТАВИТЕЛИ:

Д.Н.Бунас, заместитель начальника учебно-методического отдела учреждения образования «Белорусская государственная академия авиации»;
З.В.Машарский, декан факультета гражданской авиации учреждения образования «Белорусская государственная академия авиации»;
В.А.Красковский, заведующий кафедрой технической эксплуатации авиационного и радиоэлектронного оборудования учреждения образования «Белорусская государственная академия авиации»;
Р.А.Вишневский, старший преподаватель кафедры организации движения и обеспечения безопасности на воздушном транспорте.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

А. А. Гурецкий, кандидат исторических наук, доцент кафедры «Социально-гуманитарных дисциплин» учреждения образования «Белорусская государственная академия авиации»;
Т. И. Бойко, старший преподаватель кафедры «Языковой подготовки» учреждения образования «Белорусская государственная академия авиации».

РЕКОМЕНДОВАНО К УТВЕРЖДЕНИЮ:

научно-методическим советом учреждения образования «Белорусская государственная академия авиации»
протокол от 29.04.2024 № 5.

РАЗДЕЛ 1. ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (КУРСОВЫХ РАБОТ)

Курсовой проект (курсовая работа) должен включать **расчетно-пояснительную (пояснительную) записку и графическую часть** (чертежи, графики, схемы, диаграммы, таблицы, рисунки и другой иллюстративный материал), наглядно представляющую выполненную работу и полученные результаты.

Расчетно-пояснительная (пояснительная) записка курсового проекта (курсовой работы) включает:

- титульный лист;
- задание на курсовой проект (курсовую работу);
- оглавление;
- перечень условных обозначений, символов и терминов (при необходимости);
- введение;
- основную часть курсового проекта (курсовой работы) (обзор литературных источников по теме; разделы, содержащие описание используемых методов и (или) методик, собственных теоретических и экспериментальных исследований, результаты расчетов и другие сведения, определенные задание; экономическое обоснование принятого решения, определение экономической эффективности внедрения полученных результатов, требования охраны труда и техники безопасности при эксплуатации разработанного курсового проекта (курсовой работы) производственного направления);
- заключение;
- список использованных источников;
- графический материал в соответствии с заданием на курсовую работу (проект);
- комплект конструкторских, технологических, программных и иных документов (при необходимости);
- приложения (при необходимости);
- дополнительные материалы (при необходимости).

Структурными элементами курсовой работы являются:

- титульный лист;
- задание на курсовой проект (курсовую работу);
- оглавление;
- перечень условных обозначений, символов и терминов (если в этом есть необходимость);
- введение;

основная часть (обзор литературных источников по теме; разделы, содержащие описание используемых методов и (или) методик, сущность и основные результаты собственных теоретических и экспериментальных исследований, результаты расчетов и другие сведения, определенные заданием на курсовой проект (курсовую работу));

заключение;

список использованных источников;

графический материал;

приложения (при необходимости);

дополнительные материалы (при необходимости).

Титульный лист является первой страницей курсового проекта (курсовой работы) и оформляется в соответствии с Приложением А. Страница титульного листа включается в общую нумерацию страниц курсового проекта (курсовой работы). Номер страницы на титульном листе не проставляется;

Задание на курсовой проект (курсовую работу), оформленное на типовом бланке, подписанное курсантом, руководителем и утвержденное заведующим кафедрой (Приложение Б1, Б2). Номер страницы на «*задании на курсовой проект (курсовую работу)*» не ставится, и оно не включается в общую нумерацию страниц;

Оглавление (Приложение В), в котором последовательно перечисляются все заголовки разделов и подразделов курсового проекта (курсовой работы). Рекомендуется использовать возможности текстового редактора Word по созданию автоматического оглавления;

Перечень условных обозначений, символов и терминов (если в этом есть необходимость). Принятые в курсовом проекте (курсовой работе) малораспространенные сокращения, условные обозначения, символы, единицы и специфические термины при необходимости могут быть представлены в виде отдельного списка (в алфавитном порядке) с их расшифровкой;

Введение должно содержать обоснование актуальности курсового проекта (курсовой работы), связь темы курсового проекта (курсовой работы) с перспективами развития гражданской авиации, проблемами совершенствования авиационной техники и процессов ее технической эксплуатации и ремонта. Во введении **формулируются объект исследования и предмет исследования¹**; формулируются **цель и задачи исследования** (формулируя цель и задачи, рекомендуется использовать такие глаголы, как «определить», «выявить», «обосновать», «разработать» и т. п.; цель должна соответствовать названию работы, а задачи – названиям разделов, подразделов), определяются хронологические рамки исследования

и аргументируется правомерность их выбора (при необходимости); определяется необходимость проведения исследований по данной теме для решения конкретной проблемы.

¹*Примечание.* *Объект исследования* – процесс или явление, порождающее проблемную ситуацию и избранное для изучения. *Предмет исследования* – это то, что находится в границах объекта. Объект и предмет исследования как категории научного процесса соотносятся между собой как общее и частное. В объекте выделяется та его часть, которая служит предметом исследования. Именно на него и направлено основное внимание, именно предмет исследования определяет тему научной работы.

Основная часть курсового проекта (курсовой работы) содержит разделы, каждый из которых может включать подразделы (не менее двух).

Первый раздел независимо от структуры работы носит теоретико-методологический характер. В нем на основе изучения работ отечественных и зарубежных авторов излагается сущность исследуемой проблемы, рассматриваются различные подходы к ее решению, дается их оценка, обосновывается точка зрения автора работы. Дается характеристика основным методам исследования.

Остальные разделы курсового проекта (курсовой работы), носят расчетно-аналитический (аналитический) характер. При этом автор курсового проекта (курсовой работы) не ограничивается констатацией фактов, а вскрывает недостатки и причины, их обусловившие, намечает пути их устранения; направления и пути решения исследуемой проблемы.

Каждый раздел курсового проекта (курсовой работы) ДОЛЖЕН завершаться краткими выводами, вытекающими из исследования (кратким анализом полученных результатов).

В **заключении** логически и последовательно излагаются теоретические и практические выводы по каждому разделу курсового проекта (курсовой работы). Выводы и предложения должны быть конкретными, реальными и обоснованными, вытекать из результатов проведенного исследования и содержания курсового проекта (курсовой работы). Выводы пишутся тезисно.

Таким образом, заключение должно содержать:

- результаты решения задач курсового проекта (курсовой работы);
- результаты сравнительной качественной и количественной оценки разработанного объекта (процесса, алгоритма и т.п.);
- научно-практическую значимость.

Список использованных источников (литературы) в курсовом проекте (курсовой работе) может включать нормативные правовые акты по объекту и предмету исследования, учебники, учебные пособия, монографии и статьи отечественных и зарубежных авторов, в том числе на иностранных языках, материалы Интернет-источников (в списке использованных

источников), а также опубликованные статьи и тезисы автора курсовой работы.

На каждый источник из списка в тексте курсового проекта (курсовой работы) должна быть ссылка. Причем последовательность появления ссылок в тексте должна соответствовать нумерации источников списке.

Приложения включают вспомогательный и дополнительный материал, который использован при выполнении курсового проекта (курсовой работы), или собственные объемные разработки курсанта, включение которых в текст основной части работы приведет к ее загромождению и затруднению понимания содержания.

Приложения могут включать исходные данные, промежуточные расчеты, фрагменты отчетных материалов, методики, акты внедрения, описание алгоритмов и программ, комплект конструкторских, технологических, программных и иных документов и другое. По форме приложения могут представляться в виде текста, таблиц, иллюстраций (графиков, схем, диаграмм, чертежей) и т.п.

Графическая часть оформляется по образцу, имеющемуся на кафедре в формате А4 (по необходимости – А3) и подшивается в конце пояснительной записки. Страницы графической части не нумеруются и не входят в общий объем страниц курсового проекта (курсовой работы).

На защите курсового проекта (курсовой работы) графический материал в виде электронной презентации с распечаткой бумажного раздаточного материала предоставляется для членов комиссии. Наличие электронной презентации не исключает необходимость представления графической части (чертежи, графики, схемы, диаграммы, таблицы, рисунки и другой иллюстративный материал) на бумажном носителе, наглядно представляющую выполненную работу и полученные результаты, которая должна быть включена в расчетно-пояснительную записку.

Курсовой проект (курсовая работа) в обязательном порядке должен быть переплетен. Курсант обязан окончательно проверенный и прошитый курсовой проект (курсовую работу) подписать на титульном листе, а также на листах графического материала.

РАЗДЕЛ 2. ПОРЯДОК ПРЕДСТАВЛЕНИЯ И ЭКСПЕРТИЗЫ КУРСОВОГО ПРОЕКТА (КУРСОВОЙ РАБОТЫ)

Курсант представляет научному руководителю готовый текст курсового проекта (курсовой работы), подписанный им и консультантами (при наличии) в сроки, определенные в задании на курсовой проект (курсовую работу), но, не позднее, чем за 3 недели до защиты.

Допуск курсанта к защите курсового проекта (курсовой работы) фиксируется подписью научного руководителя на титульном листе курсового проекта (курсовой работы).

Если научный руководитель установил несоответствие курсового проекта (курсовой работы) заданию и требованиям по оформлению, вопрос о допуске курсанта к защите курсового проекта (курсовой работы) рассматривается на заседании кафедры с участием научного руководителя курсового проекта (курсовой работы).

При выявлении несоответствия курсового проекта (курсовой работы) предъявляемым к ней требованиям работа подлежит доработке. После доработки курсант представляет курсового проекта (курсовой работы) повторно в установленный срок.

При отрицательном заключении кафедры выписка из протокола ее заседания представляется декану (начальнику) факультета, после чего курсант информируется о том, что он не допускается к защите курсового проекта (курсовой работы).

РАЗДЕЛ 3. ПОРЯДОК ОФОРМЛЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА (КУРСОВОЙ РАБОТЫ)

3.1. Общие требования

Курсовой проект (курсовая работа) должна содержать пояснительную записку и графическую часть. Курсовой проект (курсовая работа) печатается с использованием компьютера и принтера на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (210×297 мм).

Набор текста работы осуществляется с использованием текстового редактора Word. При этом необходимо использовать шрифт TimesNewRoman размером 14 пунктов. Междустрочный интервал должен составлять 1,5 строки. Первая строка абзаца должна начинаться с абзацного отступа 1,25 (см).

Устанавливаются следующие размеры полей: верхнего и нижнего – 20 мм, левого – 30 мм, правого – 15 мм.

Шрифт печати должен быть прямым, четким, черного цвета, одинаковым по всему объему текста работы. Разрешается использовать компьютерные возможности акцентирования внимания на определениях, терминах, важных особенностях, применяя разное начертание шрифта: курсивное, полужирное, курсивное полужирное, выделение с подчеркивания.

Необходимо акцентировать внимание на использование в тексте тире (–) и дефис (-), строго отслеживая их написание.

Акронимное сокращение (аббревиатура) – сокращение по первым

буквам слов в словосочетании записываются прописными буквами без точек.

Например:

Закрытое акционерное общество – ЗАО; научно-исследовательский институт – НИИ.

Аббревиатуру используют в том случае, если какое-то словосочетание повторяется в работе неоднократно. При первом употреблении в тексте аббревиатура приводится в круглых скобках вслед за соответствующим словосочетанием.

Например: Средства массовой информации (СМИ).

В дальнейшем используется только аббревиатура, например: анализ СМИ показал.

Следует обратить внимание на написание числительных в тексте. Количественные числительные до девяти включительно пишутся словами.

Например:

Срок обучения составляет четыре года; в семи странах проводятся реформы.

Количественные числительные от 10 включительно пишутся цифрами.

Например:

35 лет; 112 иностранных компаний, в 10 случаях из 15.

Исключение составляют числительные, с которых начинается абзац. В этом случае они пишутся словами.

Опечатки и графические неточности, обнаруженные в тексте, допускается исправлять подчисткой или закрашиванием белой краской (использовать корректор) и нанесением на том же месте исправленного текста машинописным или рукописным способами. Общее количество подобных исправлений – три исправления.

Графический материал и приложения при подсчете объема работ не учитываются.

3.2. Заголовки структурных частей работы

Заголовки разделов «ОГЛАВЛЕНИЕ», «ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ», «ВВЕДЕНИЕ», «РАЗДЕЛ...», «ЗАКЛЮЧЕНИЕ», «СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ», печатают прописными буквами в середине строк, используя полужирный шрифт с размером 14 пунктов.

Заголовки подразделов печатают строчными буквами (кроме первой прописной) в середине строк, используя полужирный шрифт с размером 14 пунктов.

В конце названий заголовков разделов и подразделов точку не ставят. Если заголовок состоит из двух или более предложений, их разделяют точкой

(точками).

Расстояние между заголовком разделов и текстом должно составлять 12 пт.

Расстояние между заголовком раздела и названием подраздела также составляет 12 пт.

Расстояние между заголовком подраздела и последующим текстом составляет 12 пт.

В названиях заголовков разделов и подразделов переносы не допускаются.

Каждую структурную часть работы (раздел) следует начинать с нового листа.

3.3. Нумерация страниц, разделов, подразделов

Нумерация страниц дается арабскими цифрами. Первой страницей работы является титульный лист, который включают в общую нумерацию страниц работы. На титульном листе номер страницы не ставят, на последующих листах номер проставляют в центре нижней части листа без точки в конце (размер и тип шрифта тот же, что и у основного текста работы).

Нумерация разделов, подразделов, таблиц дается арабскими цифрами без знака «№».

Номер раздела ставят после слова «РАЗДЕЛ» через пробел.

Например: **РАЗДЕЛ 1. АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ**

Разделы «ОГЛАВЛЕНИЕ», «ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ», «ВВЕДЕНИЕ», «ЗАКЛЮЧЕНИЕ», «СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ», «ПРИЛОЖЕНИЯ» не имеют номеров, и слово «Раздел» вначале названий этих разделов не пишется.

Подразделы нумеруют в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номера раздела и порядкового номера подраздела, разделенных точкой.

Например: «2.3.» (третий подраздел второго раздела) (Приложение Г).

3.4. Иллюстрации и таблицы

Иллюстрации (фотографии, схемы, диаграммы, графики, карты и другое) и таблицы служат для наглядного представления в работе характеристик объектов исследования. Не допускается одни и те же результаты представлять в виде иллюстрации и таблицы.

Иллюстрации и таблицы следует располагать в работе непосредственно на странице с текстом после абзаца, в котором они упоминаются впервые, или отдельно на следующей странице. Они должны быть расположены так, чтобы их было удобно рассматривать без поворота работы или с поворотом

по часовой стрелке. Иллюстрации и таблицы, которые расположены на отдельных листах работы, включают в общую нумерацию страниц.

Иллюстрации и таблицы обозначают соответственно словами «рисунок» и «таблица» и нумеруют последовательно в пределах каждого раздела. На все таблицы и иллюстрации должны быть ссылки в тексте работы. Слова «рисунок» «таблица» в подписях к рисунку, таблице и в ссылках на них не сокращают.

3.4.1. Требования по оформлению иллюстраций

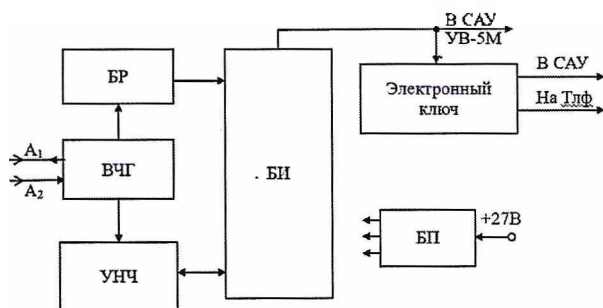
Иллюстрации должны иметь названия, которые помещаются под иллюстрацией, и, если необходимо, расшифровку символов (подрисуночный текст), как, например, на рисунке 3.1 (первый рисунок третьего раздела).

Ссылки на иллюстрации даются по типу «На рисунке 3.1 приведен пример оформления рисунков в пояснительной записке.», а ссылки на ранее упомянутые иллюстрации дают с сокращенным словом «смотри». Например: (см. рисунок 3.1). Если рисунок, на который осуществляется ссылка находится в приложении, то такие рисунки нумеруют отдельно арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Например: рисунок А.1 (А – обозначение приложения, 1 – порядковый номер рисунка в приложении А).

Отступ от текста до иллюстрации 12 пт.

Пример:

Схема высотомера РВ-5М представлена на рисунке 3.1 [6]. Отступ от иллюстрации до подрисуночного текста 12 пт. Сам рисунок выравнивается по центру. Подрисуночный текст выравнивается по центру, шрифт Times New Roman, 13 пт. Отступ от подрисуночного текста до названия рисунка 12 пт. Отступ от названия рисунка до текста 12 пт.



ВЧГ – высокочастотная головка; УНЧ – усилитель низкой частоты; БИ – блок измерения; БП – блок питания

Рисунок 3.1 – Структурная схема радиовысотмера малых высот РВ-5М

Иллюстрации должны быть выполнены с помощью компьютерной техники. Качество иллюстраций должно обеспечивать возможность их

четкого копирования. Допускается использовать в качестве иллюстраций распечатки с приборов, а также иллюстрации в цветном исполнении.

3.4.2. Требования по оформлению таблиц

Цифровой материал работ оформляют в виде таблиц. Каждая таблица должна иметь краткий заголовок, который состоит из слова «Таблица», ее порядкового номера и названия, отделенного от номера знаком тире. Заголовок следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа.

Точку в конце нумерации и наименования таблицы не ставят. Не допускается перенос слов в наименовании таблицы. Шрифт – TimesNewRoman размером 14 пунктов, выравнивание. Слово «Таблица» и её номер не жирным шрифтом, название таблицы – полужирным.

Границы таблицы не должны выходить за рамки текста. Не допускается разделять заголовки таблицы диагональными линиями. Не следует включать в таблицу колонку «Номер по порядку». При необходимости нумерация показателей, включенных в таблицу, порядковые номера указывают в боковике таблицы непосредственно перед их наименованием.

Заголовки колонок, как правило, записывают параллельно строкам таблицы; при необходимости допускается располагать заголовки колонок параллельно колонкам таблицы.

Таблицу с большим количеством строк допускается переносить на следующий лист. В случае переноса в конце первой части таблицы нижняя, ограничивающая ее черта, проводится. Слева над другой частью пишут «Продолжение таблицы» (эта фраза прописывается на всех страницах с продолжением страницы, кроме последней, если таблица размещается более чем на двух страницах) или «Окончание таблицы» и указывают номер таблицы. При этом заголовок указывают только один раз над первой частью.

Например:

В таблице 3.1 приведены данные для сравнения групп фирменного стиля. Расстояние между текстом и названием таблицы – 12 пт. Расстояние между названием таблицы и таблицей – 12 пт.

Таблица 3.1 – Носители фирменного стиля организации

Группа носителей фирменного стиля	Краткая характеристика
1	2

Продолжение (окончание) таблицы 3.1

1	2
1. Печатная реклама Организации	Плакаты, листовки, буклеты, календари (карманные и настенные), проспекты, каталоги

2. Средства пропаганды как носитель фирменного стиля	Пропагандистские проспекты, журналы, а также оформление залов для проведения
3. Элементы служебных интерьеров как носители фирменного стиля	Панно на стенах, наклейки большого формата, настенные календари, оформление офисов содержащие элементы фирменного стиля организации
4. Веб-сайт организации	Оформление в соответствии с фирменным стилем организации
5. Иные носители	Рекламное фирменное знамя, двусторонний и односторонний вымпел,

Текст и цифровой материал в таблице дается без абзацного отступа, шрифт – TimesNewRoman; рекомендуемый размер 12 - 14 пунктов.

Если цифровые или иные данные в какой-либо строке таблицы не приводят, то в ней ставят прочерк (–).

Таблицы, как правило, следует располагать на странице вертикально (см. таблицу 3.1). Помещённые на отдельной странице таблицы могут быть расположены горизонтально, причём головка таблицы должна размещаться в левой части страницы. Номер страницы в этом случае проставляют в установленном порядке.

3.5. Формулы и уравнения

Уравнения и формулы следует выделять из текста в отдельную строку и выравнивать по центру без абзацного отступа. Выше и ниже каждой формулы или уравнения должно быть оставлено не менее одной свободной строки. Если уравнение не умещается в одну строку, то оно должно быть перенесено после знака равенства (=) или после знаков плюс (+), минус (–), умножения (×), деления (:), или других математических знаков, причем знак в начале следующей строки повторяют. При переносе формулы на знаке, символизирующем операцию умножения, применяют знак «×».

Пояснение значений символов и числовых коэффициентов следует приводить непосредственно под формулой в той же последовательности, в которой они даны в формуле. При этом после формулы ставится запятая.

Формулы в работе следует нумеровать порядковой нумерацией в пределах раздела арабскими цифрами в круглых скобках в крайнем правом положении на строке. Номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделённых точкой. Порядок изложения в работе математических уравнений такой же, как и формул.

Например:

Из определения эффективной площади рассеяния (ЭПР) цели следует, что мощность $P_{отр}$, поглощаемая и полностью переизлучаемая целью в

направлении на радиолокационной станции описывается выражением (3.1):

$$P_{\text{отр}} = \rho_{\text{п}} \sigma_{\text{ц}}, \quad (3.1)$$

где $\rho_{\text{п}}$ – плотность потока мощности в точке расположения цели;

$\sigma_{\text{ц}}$ – эффективная площадь рассеяния цели.

На протяжении всей пояснительной записки необходимо соблюдать в формулах размер шрифта – 14 пт, тип шрифта – Times New Roman. При этом, латинские буквы прописываются курсивом, а греческие и русские символы прописываются прямым шрифтом. Так же следует отметить, что в качестве основных символов, (например, символ P , в выражении (3.1)) не рекомендуется использовать буквы русского алфавита.

Формулы следует набирать в редакторе формул «MathType».

3.6. Оформление научно-справочного аппарата

Курсант обязан при написании курсового проекта (курсовой работы) давать ссылки на источники, материалы из которых приводятся в его работе или на идеях и выводах которых разрабатываются проблемы, задачи, вопросы, изучению которых посвящена работа. Такие ссылки дают возможность найти соответствующую литературу и проверить достоверность цитирования, а также необходимую информацию об этом источнике (его содержание, язык, объем и другое). Если один и тот же материал переиздается неоднократно, то следует ссылаться на его последнее издание. На более ранние издания можно ссылаться лишь в тех случаях, когда в них есть нужный материал, не включенный в последние издания.

Например:

Схема высотомера РВ-5М представлена на рисунке 3.1 [6].

Здесь 6 – номер источника в списке использованных источников.

Ссылки на источники в тексте работы осуществляются путем приведения номера в соответствии со списком использованных источников. Номер источника по списку заключается в квадратные скобки.

3.7. Требования к оформлению графической части

3.7.1 Содержание графической части

Графическая часть дипломного проекта состоит из 4-х и более графических документов формата А4 (при необходимости – формата А3), оформленных в соответствии с ГОСТ 2.301-68 и включает инженерные разработки, выполненные дипломником. Графическая часть проекта может быть представлена в следующем виде:

- схемы применения РЭО или других процессов его технической эксплуатации, диаграммы, схемы, таблицы;

- схема электрическая структурная проектируемого устройства;
- схема электрическая функциональная проектируемого устройства;
- схема электрическая принципиальная проектируемого устройства;
- результаты статистического анализа уровня безопасности полетов, надежности и эксплуатационной технологичности, тактико-технических характеристик РЭО, поясняющие конструкторско-технологические решения, принятые автором в проекте.

Точный объем и содержание графической части устанавливается руководителем и прописывается в задании на дипломный проект (работу).

3.7.2. Выполнение схем

В зависимости от основного назначения схемы подразделяются на следующие типы:

- структурные;
- функциональные,
- принципиальные (полные);
- соединения (монтажные);
- подключения;
- общие;
- расположения;
- объединенные;

Наименование и код схем определяют их видом и типом. Код схемы должен состоять из буквенной части, определяющей вид схемы, и цифровой части, определяющей тип схемы.

Виды схем обозначаются буквами: электрические – Э, комбинированные – С; плакат – ПЛ.

Типы схем обозначают цифрами:

- структурные – 1;
- функциональные – 2;
- принципиальные (полные) – 3;
- соединения (монтажные) – 4;
- подключения – 5;
- общие – 6;
- расположения – 7;
- объединённые – 0.

Для чертежей, выполняемых курсантами БГАА во время курсового проектирования, основная надпись должна производиться так – вместо буквенного кода организации следует указывать «КПРТ», а вместо класса, подкласса, группы, подгруппы и вида – символы ХХХХХХ. Такая запись обусловлена отсутствием классификатора в учебных заведениях.

Порядковый регистрационный номер должен соответствовать порядковому номеру разрабатываемого чертежа данного типа, например 003. Шифр документа (вид и тип схемы) указывается в конце записи, например Э1.

Пример: То есть если в графический материал содержит три структурных схемы, и две принципиальных схемы, то основные надписи на чертежах будут следующими:

«КПРТ. ХХХХХХ. 001 Э1»;

«КПРТ. ХХХХХХ. 002 Э1»;

«КПРТ. ХХХХХХ. 003 Э1»;

«КПРТ. ХХХХХХ. 001 Э3»;

«КПРТ. ХХХХХХ. 002 Э3».

При выполнении основной надписи курсант должен указать в соответствующих графах свою фамилию, фамилии руководителя, нормоконтролёра (руководитель курсового проектирования), даты выполнения чертежа и представления для подписи.

Основные надписи выполняют сплошными основными и сплошными тонкими линиями по ГОСТ 2.303 - 68 «Линии». Располагают основные надписи в правом нижнем углу конструкторских документов. Формат А4 может быть расположен как горизонтально, так и вертикально, основная надпись может быть нанесена как вдоль длинной, так и вдоль короткой стороны листа. Рамку, ограничивающую поле схемы, наносят сплошной основной линией на расстоянии 5 мм от границы формата сверху, справа и снизу; слева оставляют поле шириной 20 мм для подшивки схем (приложение Д1). Формат А3 располагается горизонтально. Размеры рамок стандартизированы и неизменны.

При наличии в изделии нескольких одинаковых элементов (устройств, функциональных групп), соединенных параллельно, допускается вместо изображения всех ветвей параллельного соединения изображать только одну ветвь, указав количество ветвей при помощи обозначения ответвления. Около графических обозначений (устройств, функциональных групп), изображенных в одной ветви, проставляют их обозначения. При этом должны быть учтены все элементы, устройства или функциональные группы, входящие в это параллельное соединение. Элементы в этом случае записывают в перечень элементов в одну строку.

При наличии в изделии трех и более одинаковых элементов (устройств, функциональных групп), соединенных последовательно, допускается вместо изображения всех последовательно соединенных элементов (устройств, функциональных групп) изображать только первый и последний элементы (устройства, функциональные группы), показывая связи между ними

штриховыми линиями.

Расстояние (просвет) между двумя соседними линиями графического обозначения должно быть не менее 5,0 мм.

Расстояние между соседними параллельными линиями связи должно быть не менее 5,0 мм. Расстояние между отдельными условными графическими обозначениями должно быть не менее 5,0 мм.

Допускается помещать на схемах различные технические данные, характер которых определяется назначением схемы. Такие сведения указывают либо около графических обозначений (по возможности справа или сверху), либо на свободном поле схемы. Около графических обозначений элементов и устройств помещают, например, номинальные значения их параметров, а на свободном поле схемы диаграммы, таблицы, текстовые указания (диаграммы последовательности временных процессов и т.д.).

Содержание текста должно быть кратким и точным. В надписях на схемах не должны применяться сокращения слов, за исключением общепринятых или установленных в стандартах.

Элементы, составляющая функциональные группы или устройства, допускается на схемах выделять штрихпунктирными линиями, указывая при этом наименование функциональной группы, а для устройства – наименование или обозначение (номер) или тип (шифр). На структурной схеме изображают все основные функциональные части и основные взаимосвязи между ними. Функциональные части на схеме изображают в виде прямоугольников. Для курсовых проектов (курсовых работ) рекомендуются прямоугольники с соотношением размеров 2:3 (2 - высота; 3 - ширина).

На схеме должны быть указаны наименования каждой функциональной части, если для ее обозначения указан прямоугольник. При этом наименования вписываются внутрь прямоугольника и выравниваются по центру прямоугольника. Точка в конце наименования не ставится.

При большом количестве функциональных частей допускается взамен наименований проставлять порядковые номера сверху вниз в направлении слева направо. В этом случае наименования указываются в таблице, которая помещается над основной надписью.

Функциональные части на функциональной схеме изображаются в виде условных графических обозначений. Отдельные функциональные части допускается изображать в виде прямоугольников.

Требования по оформлению электрических схем (приложения Д) приведены в ГОСТе 2.702 – 2011.

На основании принципиальной схемы составляется перечень элементов (приложение Д3).

3.8. Оформление списка использованных источников (литературы)

Сведения о литературе, которая была использована в ходе работы над курсовым проектом (курсовой работой), приводятся в разделе «Список использованных источников (литературы)».

Список должен насчитывать не менее 10 источников. Из них 30 – 50 % не старше пяти лет.

Список формируется в порядке появления ссылки на источник в пояснительной записке. Если в списке присутствуют печатные издания (книги, пособия практикумы и т.д.), то раздел будет называться «Список использованной литературы». Если в списке присутствуют помимо печатных изданий интернет ресурсы, то раздел будет называться «Список использованных источников».

В списке использованных источников (литературы) сведения об источниках нумеруют арабскими цифрами. Сведения об источниках печатают с абзацного отступа. В списке использованной литературы (источников) после номера ставят точку.

Пример оформления списка можно найти по ссылке: <https://vak.gov.by/bibliographicDescription>.

3.9. Оформление приложений

Раздел «**ПРИЛОЖЕНИЕ**» оформляют в конце работы, располагая их в порядке появления ссылок в тексте работы. Не допускается включение в приложение материалов, на которые отсутствуют ссылки в тексте работы.

Каждое приложение следует начинать с нового листа с указанием в правом верхнем углу слова «**ПРИЛОЖЕНИЕ**», напечатанного прописными буквами, выделенного полужирным начертанием, размером шрифта 14 пунктов. Приложение должно иметь содержательный заголовок, который размещается с новой строки по центру листа с прописной буквы.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А (за исключением букв Ё, З, И, О, Ч, Ъ, Ы, Ь), например: «**ПРИЛОЖЕНИЕ А**», «**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**», «**ПРИЛОЖЕНИЕ В**».

Текст каждого приложения при необходимости может быть разделен на подразделы, которые нумеруются в пределах каждого приложения, при этом перед номером подраздела ставится буква, соответствующая обозначению приложения (например: А1 - первый подраздел приложения А). Так же нумеруются в приложении иллюстрации и таблицы.

ОГЛАВЛЕНИЕ

РАЗДЕЛ 1. ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (КУРСОВЫХ РАБОТ)	3
РАЗДЕЛ 2. ПОРЯДОК ПРЕДСТАВЛЕНИЯ И ЭКСПЕРТИЗЫ КУРСОВОГО ПРОЕКТА (КУРСОВОЙ РАБОТЫ).....	6
РАЗДЕЛ 3. ПОРЯДОК ОФОРМЛЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА (КУРСОВОЙ РАБОТЫ).....	7
3.1. Общие требования.....	7
3.2. Заголовки структурных частей работы.....	8
3.3. Нумерация страниц, разделов, подразделов.....	9
3.4. Иллюстрации и таблицы.....	9
3.5. Формулы и уравнения.....	12
3.6. Оформление научно-справочного аппарата.....	13
3.7. Требования к оформлению графической части.....	13
3.8. Оформление списка использованных источников (литературы).....	17
3.9. Оформление приложений.....	17

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ АВИАЦИИ

КАФЕДРА ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВИАЦИОННОГО И
РАДИОЭЛЕКТРОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

«К ЗАЩИТЕ ДОПУСТИТЬ»

Должность преподавателя

_____ В.А. Красковский

« ____ » _____ 2024 г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к курсовому проекту (или «к курсовой работе»)

**НА ТЕМУ: РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ РЕГИСТРАЦИИ ПОЛЕТНОЙ
ИНФОРМАЦИИ САМОЛЕТА СУ-30 НА
ТВЕРДОТЕЛЬНОМ НОСИТЕЛЕ**

Курсант: _____

А.В. Ермошин

Руководитель: _____

В.А. Красковский

МИНСК, 2024

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ АВИАЦИИ»

Кафедра технической эксплуатации авиационного и радиоэлектронного
оборудования

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой ТЭ А и РЭО
_____ В.А. Красковский
« ____ » _____ 2024 г.

Задание на курсовую работу
курсанту

Иванову Ивану Ивановичу

1. Тема курсовой работы:

**«ВИРТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ СТАТИЧЕСКОГО И ПОЛНОГО
ДАВЛЕНИЯ ВОЗДУХА СОВРЕМЕННОГО ВОЗДУШНОГО СУДНА»**

2. Исходные данные к курсовой работе:

в качестве объекта изучения выбрать систему навигации воздушного судна;
в качестве предмета изучения выбрать виртуальную модель системы
статического и полного давления воздуха современного воздушного судна.

3. Перечень подлежащих разработке вопросов или краткое содержание расчетно-
пояснительной записки:

Введение

1. Анализ литературных источников по перспективам развития
программного обеспечения визуального моделирования.

2. Анализ принципов измерения высотно-скоростных данных полета
воздушного судна.

3. Обоснование схемных решений системы статического и полного давления
воздуха современного воздушного судна.

4. Разработка виртуальной модели системы статического и полного давления
воздуха современного воздушного судна.

5. Разработка методических указаний по работе с моделью системы
статического и полного давления воздуха современного воздушного судна.

6. Основные показатели безопасности жизнедеятельности при эксплуатации
виртуальной модели системы статического и полного давления воздуха
современного воздушного судна.

Заключение.

Список использованных источников.

Перечень графического материала (иллюстрация):

- система статического и полного давления воздуха, электрическая структурная схема;
- система статического и полного давления воздуха, электрическая функциональная схема;
- модель системы статического и полного давления воздуха, плакат.

Консультанты по курсовой работе с указанием относящихся к ним разделов *(данный пункт указывается при наличии консультанта)*:

- консультант по нормоконтролю ст. преподаватель кафедры ТЭАиРЭО УО «БГАА», Красковский Вадим Александрович;

Основные литературные источники:

1. Кучерявый, А. А. Авионика: учеб. пособие / А. А. Кучерявый. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Издательство «Лань», 2017.
2. Боровиков, С. М. Расчёт показателей надёжности радиоэлектронных средств : учеб.-метод. пособие / С. М. Боровиков, И. Н. Цырельчук, Ф. Д. Троян – Минск: БГУИР, 2010 – 71с.
3. Воробьев, В.Г. Надёжность и техническая диагностика авиационного оборудования. / В.Г. Воробьев, В.Д. Константинов – М.: МГТУ ГА, 2010.
4. Давыдов, Н.С. Радиопередающие устройства: учебное пособие / Н.С. Давыдов – М.: МАИ, 2011. – 472 с.
5. Онищук, А.Г. Радиоприемные устройства: учебное пособие /А.Г. Онищук, И.И. Забеньков, А.М. Амелин – Мн.: Новое знание, 2007. – 336с.

6. Примерный календарный график выполнения курсовой работы:

- первый отчет руководителю курсовой работы «03» мая 2024 г.
- второй отчет руководителю курсовой работы «20» мая 2024 г.
- представление курсовой работы руководителю на допуск к защите «09» июня 2024 г.

7. Дата выдачи задания «21» апреля 2024 г.

8. Дата защиты курсовой работы «21» июня 2024 г.

Руководитель _____ В.А. Красковский

Задание принял к исполнению _____ И.И. Иванов

«__» _____ 2024 г.

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ АВИАЦИИ»

Кафедра технической эксплуатации авиационного и радиоэлектронного
оборудования

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой ТЭ А и РЭО
_____ В.А. Красковский
«___» _____ 2024 г.

Задание на курсовой проект
курсанту

Петрову Петру Петровичу

1. Тема курсового проекта:

**«ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ ТЕМПЕРАТУРНЫЙ ДАТЧИК СИСТЕМЫ
ПОЖАРОТУШЕНИЯ СОВРЕМЕННОГО ВОЗДУШНОГО СУДНА»**

2. Исходные данные к курсовому проекту:

в качестве объекта изучения выбрать систему навигации воздушного судна;
в качестве предмета изучения выбрать виртуальную модель системы
статического и полного давления воздуха современного воздушного судна.

3. Перечень подлежащих разработке вопросов или краткое содержание расчетно-
пояснительной записки:

Введение

1. Анализ литературных источников по перспективам развития систем
пожаротушения современных воздушных судов.

2. Обоснование и выбор функциональной схемы интеллектуального
температурного датчика системы пожаротушения современного воздушного судна.

3. Обоснование, выбор и расчет принципиальной схемы интеллектуального
температурного датчика системы пожаротушения современного воздушного судна.

4. Основные показатели безопасности жизнедеятельности при эксплуатации
виртуальной модели системы статического и полного давления воздуха
современного воздушного судна.

Заключение.

Список использованных источников.

Перечень графического материала (иллюстрация):

- система пожаротушения воздушного судна, электрическая структурная
схема;

- интеллектуальный температурный датчик системы пожаротушения
воздушного судна, электрическая функциональная схема;

- интеллектуальный температурный датчик системы пожаротушения воздушного судна, электрическая принципиальная схема;
- интеллектуальный температурный датчик системы пожаротушения воздушного судна, перечень элементов.

5. Консультанты по курсовому проекту с указанием относящихся к ним разделов (*данный пункт указывается при наличии консультанта*):

- консультант по нормоконтролю ст. преподаватель кафедры ТЭАиРЭО УО «БГАА», Красковский Вадим Александрович;

6. Основные литературные источники:

1. Кучерявый, А. А. Авионика: учеб. пособие / А. А. Кучерявый. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Издательство «Лань», 2017.

2. Боровиков, С. М. Расчёт показателей надёжности радиоэлектронных средств : учеб.-метод. пособие / С. М. Боровиков, И. Н. Цырельчук, Ф. Д. Троян – Минск: БГУИР, 2010 – 71с.

3. Воробьев, В.Г. Надежность и техническая диагностика авиационного оборудования. / В.Г. Воробьев, В.Д. Константинов – М.: МГТУ ГА, 2010.

4. Давыдов, Н.С. Радиопередающие устройства: учебное пособие / Н.С. Давыдов – М.: МАИ, 2011. – 472 с.

5. Онищук, А.Г. Радиоприемные устройства: учебное пособие /А.Г. Онищук, И.И. Забеньков, А.М. Амелин – Мн.: Новое знание, 2007. – 336с.

6. Примерный календарный график выполнения курсового проекта:

- первый отчет руководителю курсового проекта «03» мая 2024 г.
- второй отчет руководителю курсового проекта «20» мая 2024 г.
- представление курсовой работы руководителю на допуск к защите «09» июня 2024 г.

7. Дата выдачи задания «21» апреля 2024 г.

8. Дата защиты курсового проекта «21» июня 2024 г.

Руководитель _____ В.А. Красковский

Задание принял к исполнению _____ П.П.Петров

« ___ » _____ 2024 г.

РАЗДЕЛ 4. ОБОСНОВАНИЕ, ВЫБОР И РАСЧЕТ СХЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРИНЦИПАЛЬНОЙ АНТЕННОГО УСИЛИТЕЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО РАДИОКОМПАСА

4.1. Выбор схемы электрической принципиальной антенного усилителя

Антенные усилители предназначены для увеличения дальности приема, путем усиления полученного радиосигнала. С помощью их можно усилить полученный слабый сигнал, улучшив его качество, а также снизив помехи. Антенные усилители используют, когда передатчик находится на весьма далеком расстоянии или в случае, когда передатчик излучает сигнал сравнительно низкой мощности. Они включаются между антенной и антенным входом приемника.

Существует несколько разновидностей схем данных усилителей [4].

Схема антенного усилителя, транзистор которого, включен по схеме с общим эмиттером, представлен на рисунке 4.1.

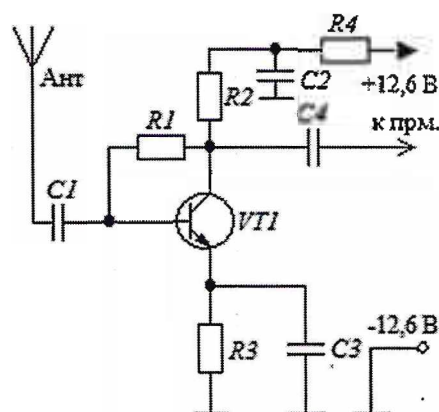


Рисунок 4.1 – Схема транзисторного антенного усилителя, выполненного по схеме с общим эмиттером

Такая схема позволяет достичь большего усиления при невысоких частотных характеристиках. Нижняя и верхняя границы частотного диапазона, в

котором будет работать усилитель, будут зависеть от номиналов емкостей.

Схема антенного усилителя, транзистор которого, включен по схеме с общей базой, представлен на рисунке 4.2.

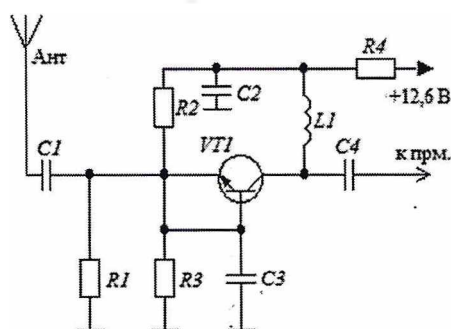


Рисунок 4.2 – Схема антенного усилителя, транзистор которого, подключен по схеме с общей базой

Такое подключение позволяет добиться более высоких частотных свойств, но при меньшем усилении.

Усилитель, транзисторы которого подключены по схеме с общим эмиттером, изображенный на рисунке 4.3, обладает чуть большим усилением, чем усилитель, изображенный на рисунке 4.1, и содержит два транзистора, образующих каскад.

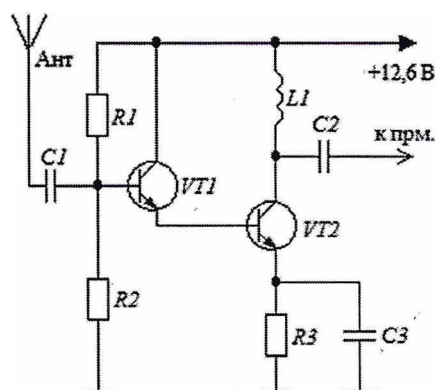


Рисунок 4.3 – Схема антенного усилителя, имеющего два транзистора, подключенных по схеме с общей базой

Также можно достичь большего уровня усиления, если при каскадном включении соединить транзисторы по схеме общий коллектор – общая база. Транзисторы при этом берутся разной проводимости.

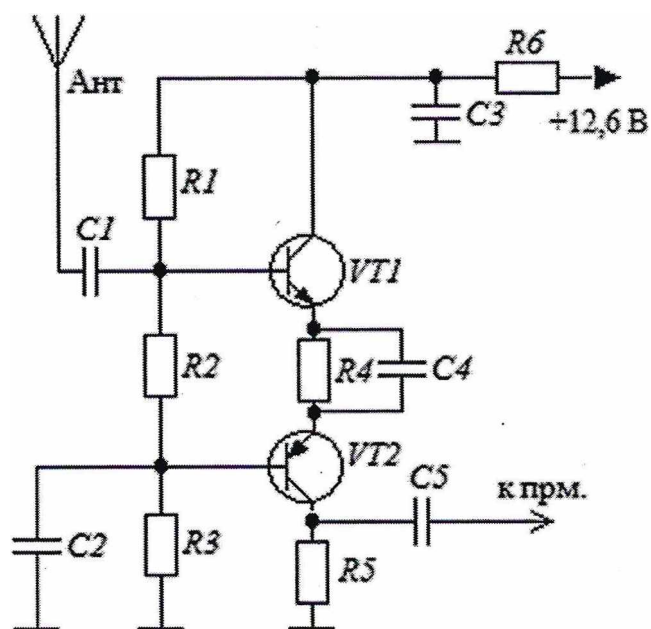


Рисунок 4.4 – Схема антенного усилителя, транзисторы которого, включены по схеме общий коллектор – общая база

В данном дипломном проекте будет использован антенный усилитель по схеме с общим эмиттером. Автоматический радиокompас АРК-15М позволяет вести прием и прослушивание позывных сигналов радиостанций, работающих в диапазоне частот 150 – 1799,5 (кГц), что соответствует СВ и ДВ диапазонам волн. Таким образом, для построения антенного усилителя, хорошо подойдет каскадное включение транзисторов. Каскадные усилители хорошо подходят для усиления сигнала ДВ и СВ диапазонов. Они имеют довольно большой коэффициент усиления, но не в состоянии усилить сигнал на высокой частоте.

К усилителю предъявляются следующие требования:

- рабочая полоса частот: 150-1799,5 кГц;
- линейные искажения:

- а) в области нижних частот не более 3 дБ;
- б) в области верхних частот не более 3 дБ.
- коэффициент усиления 25 дБ с подъёмом области верхних частот 6 дБ;
- амплитуда выходного напряжения $U_{\text{ВЫХ}} = 2,5 \text{ В}$;
- диапазон рабочих температур: от +10 до +60 градусов Цельсия;
- сопротивление источника сигнала и нагрузки $R_{\Gamma} = R_{\text{Н}} = 50 \text{ Ом}$.

4.2 Структурная схема усилителя

Если принимать во внимание тот факт, что каскад с общим эмиттером позволяет получать усиление до 20 дБ, то тогда оптимальное число каскадов данного усилителя должно быть равно двум.

В самом начале распределим на каждый каскад по 15 дБ, вследствие чего коэффициент передачи устройства будет равен 30 дБ:

- 25 дБ требуются по заданию,
- 5 дБ будут добавляться как запас усиления.

На рисунке 4.5 дана структурная схема, которая содержит усилительные каскады, корректирующие цепи, источник сигнала и нагрузку.

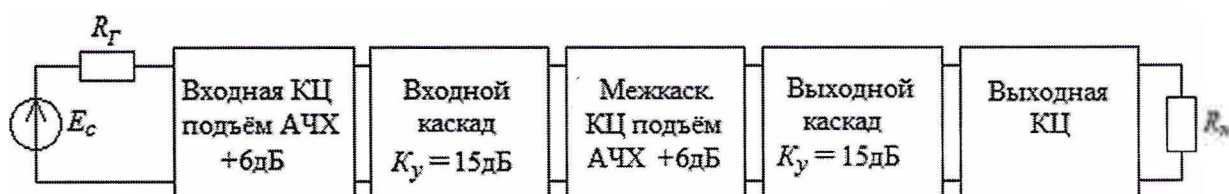


Рисунок 4.5 – Структурная схема антенного усилителя

Распределение линейных искажений в области высоких частот.

Расчёт усилителя будем проводить исходя из того, что искажения распределены следующим образом:

- выходная КЦ – 1 дБ,

- выходной каскад с межкаскадной КЦ – 1,5 дБ,
- входной каскад с входной КЦ – 0,5 дБ.

В итоге, максимальная неравномерность АЧХ усилителя не превысит 3 дБ.

4.3 Расчёт выходного каскада

Сначала по формулам рассчитывают координаты рабочей точки:

$$I_{к0} = \frac{1,1 \cdot U_{\text{ВЫХ}}}{R_{\text{ЭКВ}}}, \quad (4.1)$$

где $U_{\text{ВЫХ}}$ – выходное напряжение;

$R_{\text{ЭКВ}}$ – эквивалентное сопротивление.

Подставив в выражение 4.1 значения выходного напряжения и эквивалентного сопротивления получим

$$I_{к0} = \frac{1,1 \cdot 2}{2000} = 0,0011(\text{А}) = 1,1 \text{ (мА)}.$$

Таким образом, коллекторный ток не должен превышать 1,1 мА.

4.4 Заключение

В заключении выведем все технические характеристики рассчитанного нами усилителя:

- рабочая полоса частот: 150 – 1799,5 кГц;
- линейные искажения:
 - а) в области нижних частот не более 3 дБ;
 - б) в области верхних частот не более 2,5 дБ;
- коэффициент усиления 30дБ с подъёмом области верхних частот 6 дБ;
- амплитуда выходного напряжения $U_{\text{ВЫХ}} = 2,5 \text{ В}$;

- питание однополярное, $E_{п} = 12,6 \text{ В}$;
- диапазон рабочих температур: от + 10 до + 60 градусов Цельсия;
- усилитель рассчитан на нагрузку $R_{н} = 50 \text{ Ом}$;

В состав спроектированного антенного усилителя войдут элементы, указанные в таблице 4.1.

Таблица 4.1– Состав антенного усилителя

№	Тип элемента	Номинал	Количество
1	2	3	4
1	Конденстатор	22пФ±5%	1
2	Конденсатор	27пФ±5%	1
3	Конденсатор	7,5пФ±5	1
4	Конденсатор	91пФ±5%	1
5	Конденсатор	1,2пФ±5%	1
6	Конденсатор	0,5пФ±5%	1
7	Конденсатор	510пФ±5%	1
8	Конденсатор	5,1пФ±5%	1
9	Конденсатор	2,7пФ±5%	1
10	Катушка индуктивности	11нГн±10%	1
11	Катушка индуктивности	1,75нГн±10%	1
12	Катушка индуктивности	0,11мкГн±10%	1
13	Катушка индуктивности	51,5нГн±10%	1
14	Катушка индуктивности	20мкГн±10%	1
15	Катушка индуктивности	9,1нГн ±10%	1
16	Резистор	27Ом±10%	1
17	Резистор	2,4кОм±10%	1
18	Резистор	1,5кОм±10%	1

19	Резистор	1,5кОм±10%	1
----	----------	------------	---

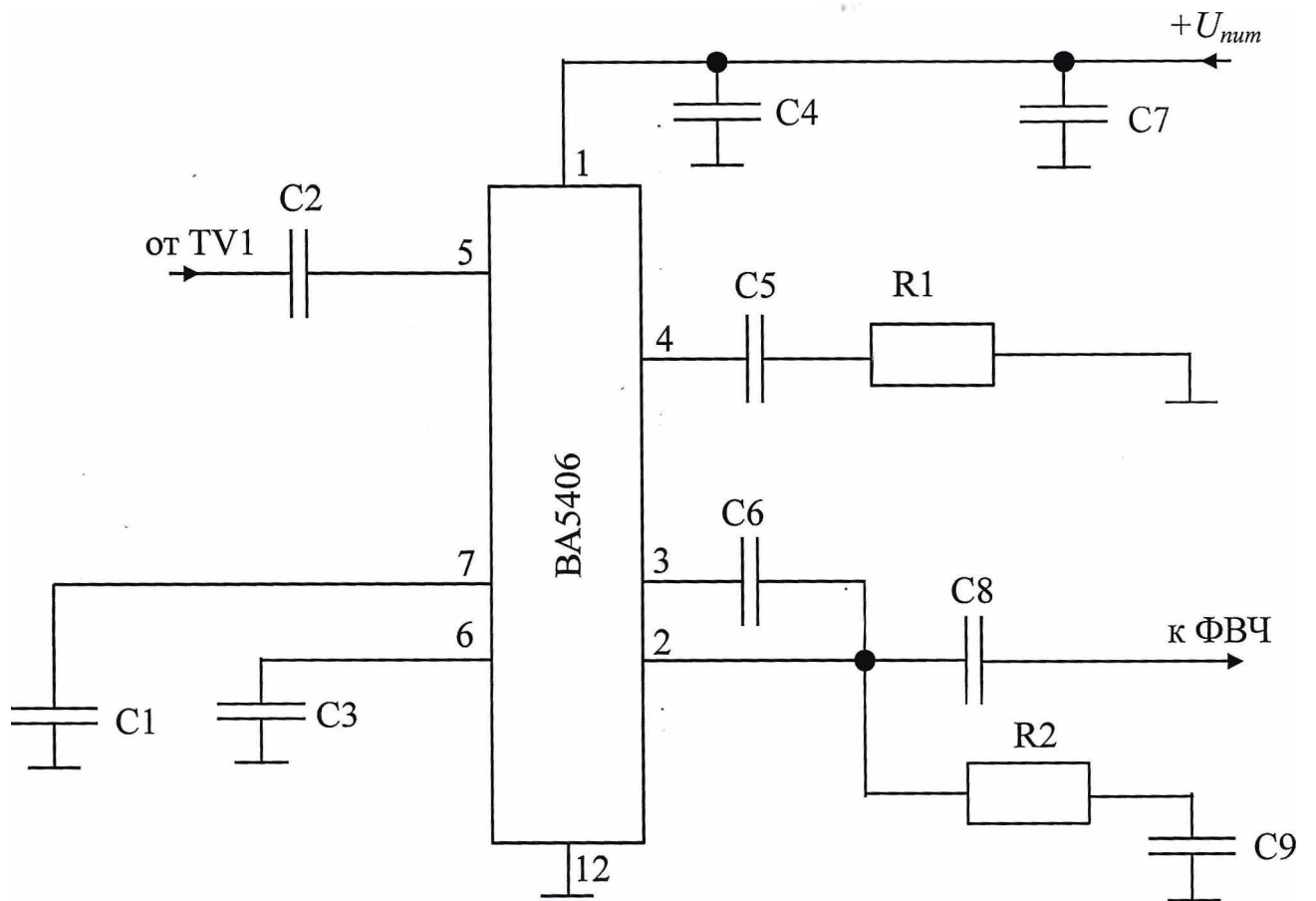
Окончание таблицы 4.1

1	2	3	4
20	Резистор	1кОм±10%	1
21	Резистор	820Ом±10%	1
22	Резистор	820Ом±10%	1
23	Резистор	91Ом±10%	1
24	Транзистор	КТ801Б	1
25	Транзистор	КТ505Б	1

В данном разделе был сделан выбор и расчет схемы электрической принципиальной антенного усилителя автоматического радиоконпаса.

Поз. обозн.	Наименование	Кол.	Примечание
<u>Конденсаторы</u>			
C1	Конденсатор мини электролитический выводной 100µF	1	
C2	Конденсатор мини электролитический выводной 2,2µF	1	
C3,C6	Конденсатор мини электролитический выводной 47µF	2	
C4	Конденсатор мини электролитический выводной 0,1µF	1	
C5	Конденсатор мини электролитический выводной 33µF	1	
C7	Конденсатор мини электролитический выводной 1000 µF	1	
C8	Конденсатор мини электролитический выводной 470µF	1	
C9	Конденсатор мини электролитический выводной 0,22µF	1	
<u>Резисторы</u>			
R1	Резистор выводной 120 R	1	
R2	Резистор выводной 2,2 R	1	
<u>Микросхемы</u>			
BA5406	Микросхема BA5406	1	

КПРТ.ХХХХХХ.001 ПЭ				
Усилитель низкой частоты радиовысотомера малых высот, перечень элементов				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Разраб.		Григорьев		
Провер.		Красковский		
Н. контр.		Красковский		
			Лит	Масса
			у	
			Лист 1	Листов 1
1-37 04 02 02, Р-115				



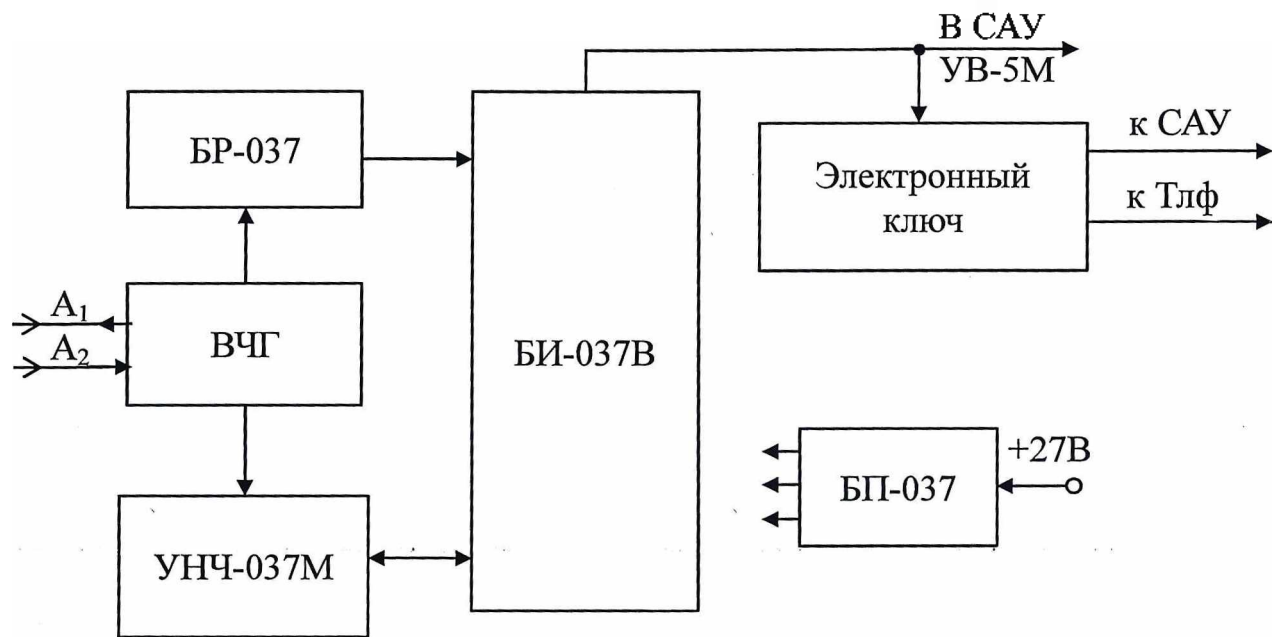
КПРТ.ХХХХХХ.001 ЭЗ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Разраб.		Григорьев		
Провер.		Красковский		
Н. контр.		Красковский		

Усилитель низких частот
радиовысотомера малых высот,
схема электрическая
принципиальная

Лит	Масса	Масштаб
у		
Лист 1		Листов 1

1-37 04 02 02,
Р-115



					КПРТ.ХХХХХХ.001 Э1			
						<i>Лит</i>	<i>Масса</i>	<i>Масштаб</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<i>Радиовысотомер малых высот, схема электрическая структурная</i>	у		
<i>Разраб.</i>		Григорьев						
<i>Провер.</i>		Красковский						
<i>Н. контр.</i>		Красковский						
							<i>Лист 1</i>	<i>Листов 1</i>
<i>Утверд.</i>		Красковский					1-37 04 02 02, Р-115	

ПРИЛОЖЕНИЕ А. Анализ основных типов лазеров

Таблица А.1 – Классификация и анализ основных типов лазеров

Активная среда лазера	Достоинства	Недостатки
1	2	3
Твердотельные		
а) на кристалле рубина	<ul style="list-style-type: none"> - выходная мощность зависит от энергии накачки; - возможность получения сфокусированный поток. 	<ul style="list-style-type: none"> - КПД несколько процентов; - необходим отвод тепла.
б) на неодимовых стеклах	<ul style="list-style-type: none"> - хорошая технологичность и эффективность; - низкая стоимость; - значительная энергия. 	<ul style="list-style-type: none"> - плохая теплопроводность; - применение активных систем охлаждения; - эффект самофокусировки.
в) на алюмо-иттриевом гранате	<ul style="list-style-type: none"> - предельно малое тепловыделение; - низкие пороговые энергии накачки; - малые оптические потери; - высокая частота работы и мощность; - простота конструкции; - высокое быстродействие. 	<ul style="list-style-type: none"> - отсутствие широких полос поглощения; - находится в разработке; - высокая цена.
Полупроводниковые		
	<ul style="list-style-type: none"> - экономичность; - малая инерционность; - компактность; - высокая эффективность; - простое устройство; - устойчивость к механическим воздействиям; - высокое быстродействие; - низкая стоимость; - плавная перестройка длины волны. 	<ul style="list-style-type: none"> - низкое качество выходного оптического излучения; - чувствительность к перегрузкам; - невысокая направленность излучения; - сложная организация монохроматичности; - малая выходная мощность.
а) инжекционный на гомопереходе	<ul style="list-style-type: none"> - возможность условия прозрачности; - высокая пороговая плотность тока при комнатной температуре. 	<ul style="list-style-type: none"> - маленький потенциальный барьер; - недолговечность.

Продолжение таблицы А.1

1	2	3
б) инжекционный на гетеропереходе	<ul style="list-style-type: none"> - эффективное оптическое ограничение; - малые потери на резонансное поглощение и ток утечки; - КПД до 30-40% при 300К; - малая инертность; - компактность; - низковольтное питание; - широкий набор длин волн; - возможность спектральной перестройки; - мгновенная готовность к работе; - высокая эффективность. 	<ul style="list-style-type: none"> - слабая направленность излучения; - малые размеры излучаемой области; - низкая температурная и радиационная стойкость; - широкий спектр генерации.
в) на квантовых ямах	<ul style="list-style-type: none"> - возможность управления уровнем энергии; - частотная перестройка; - экономность; - высокая температурная стабильность порогового тока; - низкая пороговая плотность тока. 	<ul style="list-style-type: none"> - сложность изготовления; - высокая стоимость; - малая распространенность.
д) квантово-каскадные	<ul style="list-style-type: none"> - конструирование системы с определенными свойствами. 	<ul style="list-style-type: none"> - ограничение диапазона перестройки; - высокая точность реализации конструкции; - зависимость от температур.
е) с электрической накачкой	<ul style="list-style-type: none"> - высокая мощность излучения; - возможность лазерной генерации на любых прямозонных III; - управление длиной волны; - низкая угловая расходимость. 	<ul style="list-style-type: none"> - КПД под предельной нагрузкой не превышает 30-40%; - реальный КПД (~1%); - сложность системы питания.
Газовые		
	<ul style="list-style-type: none"> - максимальная направленность и монохроматичность излучения; - высокая мощность и эффективность; - малая стоимость оборудования; - в импульсном режиме большая частота следования. 	<ul style="list-style-type: none"> - сравнительно невысокий ресурс; - повышенное тепловыделение; - зависимость от охлаждающей жидкости.

Окончание таблицы А.1

1	2	3
а) химические	<ul style="list-style-type: none"> - свечение в инфракрасном диапазоне; - высокая мощность. 	<ul style="list-style-type: none"> - применение в качестве боевого автономного химического лазера.
б) на свободных электронах	<ul style="list-style-type: none"> - высокий КПД; - перестраиваемая длина волны. 	<ul style="list-style-type: none"> - большие габариты; - применяется для кристаллографии.
в) эксимерные	<ul style="list-style-type: none"> - широкополосность излучения; - работают в основном в импульсном режиме. 	<ul style="list-style-type: none"> - применяется в хирургии и III производстве.
Жидкостные		
	<ul style="list-style-type: none"> - большая мощность и энергия излучения; - плавная перестройка частоты генерации; - возможность работы в трех режимах; - высокое значение ширины линии усиления активного перехода; - не требует дорогостоящих кристаллов; - любая форма и размер активного элемента; - высокая энергия импульса. 	<ul style="list-style-type: none"> - малая направленность излучения (большая расходимость); - нестабильность жидкостей (высокая вероятность перегрева).

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ АВИАЦИИ



А.А.Шегидевич
2024

Методические рекомендации
по оформлению
дипломного проекта (дипломной работы)
для курсантов дневной и заочной форм
получения высшего образования

г.Минск
2024 год

СОСТАВИТЕЛИ:

Д.Н.Бунас, заместитель начальника учебно-методического отдела учреждения образования «Белорусская государственная академия авиации»;
З.В.Машарский, декан факультета гражданской авиации учреждения образования «Белорусская государственная академия авиации»;
В.А.Красковский, заведующий кафедрой технической эксплуатации авиационного и радиоэлектронного оборудования учреждения образования «Белорусская государственная академия авиации»;
Р.А.Вишневецкий, старший преподаватель кафедры организации движения и обеспечения безопасности на воздушном транспорте.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

А. А. Гурецкий, кандидат исторических наук, доцент кафедры «Социально-гуманитарных дисциплин» учреждения образования «Белорусская государственная академия авиации»;
Т. И. Бойко, старший преподаватель кафедры «Языковой подготовки» учреждения образования «Белорусская государственная академия авиации».

РЕКОМЕНДОВАНО К УТВЕРЖДЕНИЮ:

научно-методическим советом учреждения образования «Белорусская государственная академия авиации»
протокол от 29.04.2024 № 5.

РАЗДЕЛ 1. ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ (ДИПЛОМНЫХ РАБОТ)

Дипломный проект (дипломная работа) является квалификационной работой курсанта, осваивающего содержание образовательной программы общего высшего образования, по уровню выполнения и результатам защиты которой государственная экзаменационная комиссия (далее – ГЭК) делает заключение о возможности присвоения курсанту соответствующей квалификации.

Дипломный проект (дипломная работа) должен включать расчетно-пояснительную записку и графическую часть (чертежи, графики, схемы, диаграммы, таблицы, рисунки и другой иллюстративный материал), наглядно представляющую выполненную работу и полученные результаты. Графическая часть по решению выпускающей кафедры может быть представлена на защите дипломного проекта в виде электронной презентации с распечаткой бумажного раздаточного материала для членов ГЭК. Наличие электронной презентации не исключает необходимость предоставления графической части на бумажном носителе, которая должна быть включена в расчетно-пояснительную записку.

Расчетно-пояснительная записка включает:

- титульный лист;
- задание на дипломный проект;
- оглавление;
- перечень условных обозначений, символов и терминов (при необходимости);
- реферат;
- введение;
- основную часть (обзор литературных источников по теме; разделы, содержащие описание используемых методов и (или) методик, собственных теоретических и экспериментальных исследований, результаты расчетов и другие сведения, определенные заданием на дипломный проект; экономическое обоснование принятого решения, определение экономической эффективности внедрения полученных результатов, требования охраны труда и техники безопасности при эксплуатации разработанного объекта для дипломных проектов производственного направления);
- заключение;
- список использованных источников;
- графический материал в соответствии с заданием на дипломный проект;

- комплект конструкторских, технологических, программных и иных документов (при необходимости);
- приложения (при необходимости);
- дополнительные материалы (при необходимости).

Структурными элементами дипломной работы являются:

- титульный лист;
- задание на дипломную работу;
- оглавление;
- перечень условных обозначений, символов и терминов (если в этом есть необходимость);
- реферат;
- введение;
- основная часть (обзор литературных источников по теме; разделы, содержащие описание используемых методов и (или) методик, сущность и основные результаты собственных теоретических и экспериментальных исследований, результаты расчетов и другие сведения, определенные заданием на дипломную работу);
- заключение;
- список использованных источников;
- графический материал;
- приложения (при необходимости);
- дополнительные материалы (при необходимости).

Титульный лист является первой страницей дипломной работы и оформляется в соответствии с Приложением А. Страница титульного листа включается в общую нумерацию страниц дипломной работы (проекта). Номер страницы на титульном листе не проставляется;

Задание на дипломную работу, оформленное на типовом бланке, подписанное курсантом, руководителем и утвержденное заведующим кафедрой (Приложение Б1, Б2). Номер страницы на «*задании на дипломную работу*» не ставится, и оно не включается в общую нумерацию страниц;

Оглавление (Приложение В), в котором последовательно перечисляются все заголовки разделов и подразделов дипломной работы (проекта). Рекомендуется использовать возможности текстового редактора Word по созданию автоматического оглавления;

Перечень условных обозначений, символов и терминов (если в этом есть необходимость). Принятые в дипломной работе (проекте) малораспространенные сокращения, условные обозначения, символы, единицы и специфические термины при необходимости могут быть представлены в виде отдельного списка (в алфавитном порядке) с их

расшифровкой;

Реферат дипломной работы выполняется на русском языке.

Реферат должен содержать:

- сведения об объеме дипломной работы (проекта), количестве иллюстраций (рисунков), таблиц, приложений, использованных источников;
- текст реферата;

Номер страницы включается в общую нумерацию страниц. Текст реферата должен отражать объект и предмет исследования (разработки), цель работы, полученные результаты и их новизну, степень внедрения и рекомендации по внедрению, подтверждение достоверности материалов и результатов дипломного проекта (дипломной работы), самостоятельности ее выполнения. Также, текст реферата должен содержать краткую характеристику разделов дипломного проекта (дипломной работы) (Приложение Г).

Введение должно содержать обоснование актуальности дипломного проекта (дипломной работы), связь темы дипломного проекта (дипломной работы) с перспективами развития гражданской авиации, проблемами совершенствования авиационной техники и процессов ее технической эксплуатации и ремонта. Во введении **формулируются объект исследования и предмет исследования¹**; формулируются **цель и задачи исследования** (формулируя цель и задачи, рекомендуется использовать такие глаголы, как «определить», «выявить», «обосновать», «разработать» и т. п.; цель должна соответствовать названию работы, а задачи – названиям глав, параграфов), определяются хронологические рамки исследования и аргументируется правомерность их выбора (при необходимости);

определяется необходимость проведения исследований по данной теме для решения конкретной проблемы;

Объем введения не должен превышать трех страниц.

¹**Примечание.** *Объект исследования* – процесс или явление, порождающее проблемную ситуацию и избранное для изучения. *Предмет исследования* – это то, что находится в границах объекта. Объект и предмет исследования как категории научного процесса соотносятся между собой как общее и частное. В объекте выделяется та его часть, которая служит предметом исследования. Именно на него и направлено основное внимание, именно предмет исследования определяет тему научной работы.

Основная часть дипломного проекта (дипломной работы) содержит разделы, каждый из которых может включать подразделы (не менее двух и не более четырех).

Первый раздел независимо от структуры работы носит теоретико-методологический характер. В нем на основе изучения работ отечественных

и зарубежных авторов излагается сущность исследуемой проблемы, рассматриваются различные подходы к ее решению, дается их оценка, обосновывается точка зрения автора работы. Дается характеристика основным методам исследования.

Остальные разделы дипломного проекта (дипломной работы), носят расчетно-аналитический (аналитический) характер. При этом автор дипломного проекта (дипломной работы) не ограничивается констатацией фактов, а вскрывает недостатки и причины, их обусловившие, намечает пути их устранения; направления и пути решения исследуемой проблемы.

Каждый раздел дипломного проекта (дипломной работы) **ДОЛЖЕН** завершаться краткими выводами, вытекающими из исследования (кратким анализом полученных результатов).

Основная часть дипломного проекта (в отличие от дипломной работы) должна содержать разделы, посвященные расчету надежности и экономическому обоснованию проектируемого изделия.

В **заключении** логически и последовательно излагаются теоретические и практические выводы по каждому разделу дипломной работы. Выводы и предложения должны быть конкретными, реальными и обоснованными, вытекать из результатов проведенного исследования и содержания дипломного проекта (дипломной работы). Выводы пишутся тезисно (по пунктам).

Таким образом, заключение должно содержать:

- результаты решения задач дипломного проекта (дипломной работы) в разделах дипломного проекта;
- результаты сравнительной качественной и количественной оценки разработанного объекта (процесса, алгоритма и т.п.);
- экономическую эффективность предлагаемых решений (в случае дипломного проекта);
- научно-практическую значимость;
- степень влияния на безопасность полетов;

Объем заключения дипломной работы не должен превышать трех-четырёх страниц.

Список использованных источников (литературы) в дипломном проекте (дипломной работе) может включать нормативные правовые акты по объекту и предмету исследования, учебники, учебные пособия, монографии и статьи отечественных и зарубежных авторов, в том числе на иностранных языках, материалы Интернет-источников (в списке использованных источников), а также опубликованные статьи и тезисы автора дипломной работы.

На каждый источник из списка в тексте дипломного проекта (дипломной работы) должна быть ссылка. Причем последовательность появления ссылок в тексте должна соответствовать нумерации источников в списке.

Приложения включают вспомогательный и дополнительный материал, который использован при выполнении дипломного проекта (дипломной работы), или собственные объемные разработки курсанта, включение которых в текст основной части работы приведет к ее загромождению и затруднению понимания содержания.

Приложения могут включать исходные данные, промежуточные расчеты, фрагменты отчетных материалов, методики, акты внедрения, описание алгоритмов и программ, комплект конструкторских, технологических, программных и иных документов и другое. По форме приложения могут представляться в виде текста, таблиц, иллюстраций (графиков, схем, диаграмм, чертежей) и т.п.

Графическая часть оформляется по образцу, имеющемуся на кафедре в формате А4 (по необходимости – А3) и подшивается в конце пояснительной записки. Страницы графической части не нумеруются и не входят в общий объем страниц дипломного проекта (дипломной работы).

На защите дипломного проекта (дипломной работы) графический материал в виде электронной презентации с распечаткой бумажного раздаточного материала предоставляется для членов государственной экзаменационной комиссии (ГЭК). Наличие электронной презентации не исключает необходимость представления графической части (чертежи, графики, схемы, диаграммы, таблицы, рисунки и другой иллюстративный материал) на бумажном носителе, наглядно представляющую выполненную работу и полученные результаты, которая должна быть включена в расчетно-пояснительную записку.

Дипломный проект (дипломная работа) в обязательном порядке должна быть переплетена. Курсант обязан окончательно проверенную и прошитый дипломный проект (дипломную работу) подписать на титульном листе, а также на листах графического материала.

РАЗДЕЛ 2. ПОРЯДОК ПРЕДСТАВЛЕНИЯ И ЭКСПЕРТИЗЫ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА (ДИПЛОМНОЙ РАБОТЫ)

К защите дипломного проекта (дипломной работы) допускаются курсанты, полностью выполнившие учебный план, в том числе сдавшие предусмотренный учебным планом государственный экзамен (государственные экзамены), выполнившие в полном объеме задание на

дипломный проект (дипломную работу).

Курсант представляет научному руководителю готовый текст дипломного проекта (дипломной работы), подписанный им и консультантами (при наличии) в сроки, определенные в задании на дипломную работу (проект), но не позднее чем за 3 недели до защиты.

Руководитель дипломного проекта (дипломной работы) составляет отзыв на дипломный проект (дипломную работу). В отзыве должны быть отмечены:

- актуальность темы дипломного проекта (дипломной работы);
- объем выполнения задания на дипломный проект (дипломную работу);
- степень самостоятельности и инициативности курсанта;
- умение курсанта пользоваться специальной литературой;
- способность курсанта к проектной, технологической, исследовательской, исполнительской, организаторской и другой работе;
- возможность использования полученных результатов на практике;
- возможность присвоения курсанту соответствующей квалификации;
- рекомендуемая оценка.

Дипломный проект (дипломная работа) (в переплетенном виде, а также в электронном виде) и отзыв руководителя дипломного проекта (дипломной работы) на дипломный проект (дипломную работу) не позднее чем за две недели до защиты дипломного проекта (дипломной работы) представляются заведующему выпускающей кафедрой (начальнику кафедры), который решает вопрос о возможности допуска курсанта к защите дипломного проекта (дипломной работы).

Дипломный проект (дипломная работа) должен проверяться системой «Антиплагиат». Оригинальность работы (проекта) по результатам экспертизы должна быть не менее 51%. Результаты проверки учитываются при допуске к защите и при выставлении итоговой оценки.

Курсант несет ответственность за предоставление своей дипломной работы (проекта) на проверку системой «Антиплагиат».

Для определения возможности допуска курсанта к защите дипломного проекта (дипломной работы) на выпускающей кафедре может создаваться рабочая комиссия (комиссии), которая определяет соответствие дипломного проекта (дипломной работы) заданию и требуемому объему выполнения. Рабочая комиссия может заслушивать руководителя дипломного проекта (дипломной работы) курсанта.

Допуск курсанта к защите дипломного проекта (дипломной работы) фиксируется подписью заведующего (начальника) кафедрой на титульном

листе дипломного проекта (дипломной работы).

Если заведующий (начальник) кафедрой или рабочая комиссия установили несоответствие дипломного проекта (дипломной работы) заданию и требованиям по оформлению, вопрос о допуске курсанта к защите дипломного проекта (дипломной работы) рассматривается на заседании кафедры с участием руководителя дипломного проекта (дипломной работы).

При выявлении несоответствия дипломного проекта (дипломной работы) предъявляемым к ней требованиям работа подлежит доработке. После доработки курсант представляет дипломный проект (дипломной работы) повторно в установленный заведующим кафедрой или комиссией срок.

При отрицательном заключении кафедры выписка из протокола ее заседания представляется декану (начальнику) факультета, после чего курсант информируется о том, что он не допускается к защите дипломного проекта (дипломной работы).

Дипломные проекты (дипломные работы), допущенные выпускающей кафедрой к защите, направляются на рецензию.

Рецензенты дипломных проектов (дипломных работ) утверждаются деканом (начальником) факультета по представлению заведующего (начальника) выпускающей кафедрой **не позднее одного месяца до защиты дипломных проектов (дипломных работ)**.

Рецензенту для ознакомления с дипломным проектом (дипломной работой) и подготовки рецензии отводится до 10 дней.

В рецензии должны быть отмечены:

актуальность темы дипломного проекта (дипломной работы);

степень соответствия дипломного проекта (дипломной работы) заданию на дипломный проект (дипломную работу);

логичность построения материала;

полнота и последовательность критического обзора и анализа литературы по теме дипломного проекта (дипломной работы);

полнота описания методики расчета или проведенных исследований, изложения собственных расчетных, теоретических и экспериментальных результатов, отметка достоверности полученных выражений и данных;

наличие аргументированных выводов по результатам дипломного проекта (дипломной работы);

практическая значимость дипломного проекта (дипломной работы);

возможность использования полученных результатов;

недостатки и слабые стороны дипломного проекта (дипломной работы);

замечания по оформлению дипломного проекта (дипломной работы) и

стилю изложения материала.

Рецензент имеет право затребовать у курсанта – автора дипломного проекта (дипломной работы) дополнительные материалы, касающиеся проделанной работы.

Курсант должен быть ознакомлен с рецензией **не менее чем за сутки** до защиты.

РАЗДЕЛ 3. ПОРЯДОК ОФОРМЛЕНИЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА (ДИПЛОМНОЙ РАБОТЫ)

3.1. Общие требования

Дипломный проект должен содержать пояснительную записку и графическую часть. Объем пояснительной записки должен составлять **60-80 страниц**.

Текст дипломного проекта (дипломной работы) печатается на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (210 x 297 мм). При наборе текста с использованием компьютера применяется гарнитура шрифта Times New Roman, размер шрифта – 14 пунктов с использованием межстрочного интервала 18 пунктов (один межстрочный интервал) с выравниванием текста по ширине листа. Абзацный отступ – 1,25 мм, размеры полей: верхнее – 20 мм, нижнее – 20 мм, левое – 30 мм, правое – 15 мм.

Шрифт печати должен быть прямым, четким, черного цвета, одинаковым по всему объему текста работы. Разрешается использовать компьютерные возможности акцентирования внимания на определениях, терминах, важных особенностях, применяя разное начертание шрифта: курсивное, полужирное, курсивное полужирное, выделение с подчеркивания.

Необходимо акцентировать внимание на использование в тексте тире (–) и дефис (-), строго отслеживая их написание.

Акронимное сокращение (аббревиатура) – сокращение по первым буквам слов в словосочетании записываются прописными буквами без точек.

Например:

Закрытое акционерное общество – ЗАО; научно-исследовательский институт – НИИ.

Аббревиатуру используют в том случае, если какое-то словосочетание повторяется в работе неоднократно. При первом употреблении в тексте аббревиатура приводится в круглых скобках вслед за соответствующим словосочетанием.

Например: Средства массовой информации (СМИ).

В дальнейшем используется только аббревиатура, например: анализ СМИ показал.

Следует обратить внимание на написание числительных в тексте. Количественные числительные до девяти включительно пишутся словами.

Например:

Срок обучения составляет четыре года; в семи странах проводятся реформы.

Количественные числительные от 10 включительно пишутся цифрами.

Например:

35 лет; 112 иностранных компаний, в 10 случаях из 15.

Исключения составляют числительные, с которых начинается абзац. В этом случае они пишутся словами.

Опечатки и графические неточности, обнаруженные в тексте, допускается исправлять подчисткой или закрашиванием белой краской (использовать корректор) и нанесением на том же месте исправленного текста машинописным или рукописным способами. Общее количество подобных исправлений – три исправления.

Графический материал и приложения при подсчете объема работ не учитываются.

3.2. Заголовки структурных частей работы

Заголовки разделов «ОГЛАВЛЕНИЕ», «РЕФЕРАТ», «ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ», «ВВЕДЕНИЕ», «РАЗДЕЛ...», «ЗАКЛЮЧЕНИЕ», «СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ», печатают прописными буквами в середине строк, используя полужирный шрифт с размером 14 пунктов.

Заголовки подразделов печатают строчными буквами (кроме первой прописной) в середине строк, используя полужирный шрифт с размером 14 пунктов.

В конце названий заголовков разделов и подразделов точку не ставят. Если заголовок состоит из двух или более предложений, их разделяют точкой (точками).

Расстояние между заголовком разделов и текстом должно составлять 12 пт.

Расстояние между заголовком раздела и названием подраздела также составляет 12 пт.

Расстояние между заголовком подраздела и последующим текстом составляет 12 пт.

В названиях заголовков разделов и подразделов переносы не допускаются.

Каждую структурную часть работы (раздел) следует начинать с нового листа.

3.3. Нумерация страниц, разделов, подразделов

Нумерация страниц дается арабскими цифрами. Первой страницей работы является титульный лист, который включают в общую нумерацию страниц работы. На титульном листе номер страницы не ставят, на последующих листах номер проставляют в центре нижней части листа без точки в конце (размер и тип шрифта тот же, что и у основного текста работы).

Нумерация разделов, подразделов, таблиц дается арабскими цифрами без знака «№».

Номер раздела ставят после слова «РАЗДЕЛ» через пробел.

Например: **РАЗДЕЛ 1. АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ**

Разделы «ОГЛАВЛЕНИЕ», «РЕФЕРАТ», «ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ», «ВВЕДЕНИЕ», «ЗАКЛЮЧЕНИЕ», «СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ», «ПРИЛОЖЕНИЯ» не имеют номеров, и слово «Раздел» в начале названий этих разделов не пишется.

Подразделы нумеруют в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номера раздела и порядкового номера подраздела, разделенных точкой.

Например: «2.3.» (третий подраздел второго раздела) (Приложение Д).

3.4. Иллюстрации и таблицы

Иллюстрации (фотографии, схемы, диаграммы, графики, карты и другое) и таблицы служат для наглядного представления в работе характеристик объектов исследования. Не допускается одни и те же результаты представлять в виде иллюстрации и таблицы.

Иллюстрации и таблицы следует располагать в работе непосредственно на странице с текстом после абзаца, в котором они упоминаются впервые, или отдельно на следующей странице. Они должны быть расположены так, чтобы их было удобно рассматривать без поворота работы или с поворотом по часовой стрелке. Иллюстрации и таблицы, которые расположены на отдельных листах работы, включают в общую нумерацию страниц.

Иллюстрации и таблицы обозначают соответственно словами «рисунок» и «таблица» и нумеруют последовательно в пределах каждого раздела. На все таблицы и иллюстрации должны быть ссылки в тексте работы. Слова «рисунок» «таблица» в подписях к рисунку, таблице и в ссылках на них не сокращают.

3.4.1. Требования по оформлению иллюстраций

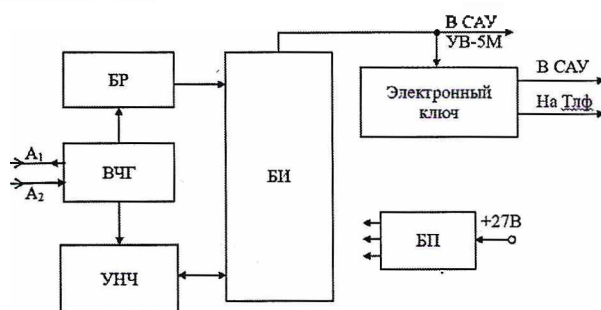
Иллюстрации должны иметь названия, которые помещаются под иллюстрацией, и, если необходимо, расшифровку символов (подрисуночный текст), как, например, на рисунке 3.1 (первый рисунок третьего раздела).

Ссылки на иллюстрации даются по типу «На рисунке 3.1 приведен пример оформления рисунков в пояснительной записке.», а ссылки на ранее упомянутые иллюстрации дают с сокращенным словом «смотри». Например: (см. рисунок 3.1). Если рисунок, на который осуществляется ссылка находится в приложении, то такие рисунки нумеруют отдельно арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Например: рисунок А.1 (А – обозначение приложения, 1 – порядковый номер рисунка в приложении А).

Отступ от текста до иллюстрации 12 пт.

Пример:

Схема высотомера РВ-5М представлена на рисунке 3.1 [6]. Отступ от иллюстрации до подрисуночного текста 12 пт. Сам рисунок выравнивается по центру. Подрисуночный текст выравнивается по центру, шрифт Times New Roman, 13 пт. Отступ от подрисуночного текста до названия рисунка 12 пт. Отступ от названия рисунка до текста 12 пт.



ВЧГ – высокочастотная головка; УНЧ – усилитель низкой частоты; БИ – блок измерения; БП – блок питания

Рисунок 3.1 – Структурная схема радиовысотомера малых высот РВ-5М

Иллюстрации должны быть выполнены с помощью компьютерной техники. Качество иллюстраций должно обеспечивать возможность их четкого копирования. Допускается использовать в качестве иллюстраций распечатки с приборов, а также иллюстрации в цветном исполнении.

3.4.2. Требования по оформлению таблиц

Цифровой материал работ оформляют в виде таблиц. Каждая таблица должна иметь краткий заголовок, который состоит из слова «Таблица», ее порядкового номера и названия, отделенного от номера знаком тире. Заголовок следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа.

Точку в конце нумерации и наименования таблицы не ставят. Не допускается перенос слов в наименовании таблицы. Шрифт – TimesNewRoman размером 14 пунктов, выравнивание. Слово «Таблица» и её номер не жирным шрифтом, название таблицы – полужирным.

Границы таблицы не должны выходить за рамки текста. Не допускается разделять заголовки таблицы диагональными линиями. Не следует включать в таблицу колонку «Номер по порядку». При необходимости нумерация показателей, включенных в таблицу, порядковые номера указывают в боковике таблицы непосредственно перед их наименованием.

Заголовки колонок, как правило, записывают параллельно строкам таблицы; при необходимости допускается располагать заголовки колонок параллельно колонкам таблицы.

Таблицу с большим количеством строк допускается переносить на следующий лист. В случае переноса в конце первой части таблицы нижняя, ограничивающая ее черта, проводится. Слева над другой частью пишут «Продолжение таблицы» (эта фраза прописывается на всех страницах с продолжением страницы, кроме последней, если таблица размещается более чем на двух страницах) или «Окончание таблицы» и указывают номер таблицы. При этом заголовки указывают только один раз над первой частью.

Например:

В таблице 3.1 приведены данные для сравнения групп фирменного стиля. Расстояние между текстом и названием таблицы – 12 пт. Расстояние между названием таблицы и таблицей – 12 пт.

Таблица 3.1 – Носители фирменного стиля организации

Группа носителей фирменного стиля	Краткая характеристика
1	2
Продолжение (окончание) таблицы 3.1	
1	2
1. Печатная реклама организации	Плакаты, листовки, буклеты, календари (карманные и настенные), проспекты, каталоги
2. Средства пропаганды как носитель фирменного стиля	Пропагандистские проспекты, журналы, а также оформление залов для проведения
3. Элементы служебных интерьеров как носители фирменного стиля	Панно на стенах, наклейки большого формата, настенные календари, оформление офисов содержащие элементы фирменного стиля организации
4. Веб-сайт организации	Оформление в соответствии с фирменным стилем организации
5. Иные носители	Рекламное фирменное знамя, двусторонний

Текст и цифровой материал в таблице дается без абзацного отступа, шрифт – TimesNewRoman; рекомендуемый размер 12 – 14 пунктов.

Если цифровые или иные данные в какой-либо строке таблицы не приводят, то в ней ставят прочерк (–).

Таблицы, как правило, следует располагать на странице вертикально (см. таблицу 3.1). Помещённые на отдельной странице таблицы могут быть расположены горизонтально, причём головка таблицы должна размещаться в левой части страницы. Номер страницы в этом случае проставляют в установленном порядке.

3.5. Формулы и уравнения

Уравнения и формулы следует выделять из текста в отдельную строку и выравнивать по центру без абзацного отступа. Выше и ниже каждой формулы или уравнения должно быть оставлено не менее одной свободной строки. Если уравнение не умещается в одну строку, то оно должно быть перенесено после знака равенства (=) или после знаков плюс (+), минус (–), умножения (\times), деления (:), или других математических знаков, причем знак в начале следующей строки повторяют. При переносе формулы на знаке, символизирующем операцию умножения, применяют знак « \times ».

Пояснение значений символов и числовых коэффициентов следует приводить непосредственно под формулой в той же последовательности, в которой они даны в формуле. При этом после формулы ставится запятая.

Формулы в работе следует нумеровать порядковой нумерацией в пределах раздела арабскими цифрами в круглых скобках в крайнем правом положении на строке. Номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделённых точкой. Порядок изложения в работе математических уравнений такой же, как и формул.

Например:

Из определения эффективной площади рассеяния (ЭПР) цели следует, что мощность $P_{\text{отр}}$, поглощаемая и полностью переизлучаемая целью в направлении на радиолокационной станции описывается выражением (3.1):

$$P_{\text{отр}} = \rho_{\text{п}} \sigma_{\text{ц}}, \quad (3.1)$$

где $\rho_{\text{п}}$ – плотность потока мощности в точке расположения цели;

$\sigma_{\text{ц}}$ – эффективная площадь рассеяния цели.

На протяжении всей пояснительной записки необходимо соблюдать в формулах размер шрифта – 14 пт, тип шрифта – Times New Roman. При этом,

латинские буквы прописываются курсивом, а греческие и русские символы прописываются прямым шрифтом. Так же следует отметить, что в качестве основных символов, (например, символ P , в выражении (3.1)) не рекомендуется использовать буквы русского алфавита.

Формулы следует набирать в редакторе формул «MathType».

3.6. Оформление научно-справочного аппарата

Курсант обязан при написании работы давать ссылки на источники, материалы из которых приводятся в его работе или на идеях и выводах которых разрабатываются проблемы, задачи, вопросы, изучению которых посвящена работа. Такие ссылки дают возможность найти соответствующую литературу и проверить достоверность цитирования, а также необходимую информацию об этом источнике (его содержание, язык, объем и другое). Если один и тот же материал переиздается неоднократно, то следует ссылаться на его последнее издание. На более ранние издания можно ссылаться лишь в тех случаях, когда в них есть нужный материал, не включенный в последние издания.

Например:

Схема высотомера РВ-5М представлена на рисунке 3.1 [6].

Здесь 6 – номер источника в списке использованных источников.

Ссылки на источники в тексте работы осуществляются путем приведения номера в соответствии со списком использованных источников. Номер источника по списку заключается в квадратные скобки.

3.7. Требования к оформлению графической части

3.7.1 Содержание графической части

Графическая часть дипломного проекта состоит из 4-х и более графических документов формата А4 (при необходимости – формата А3), оформленных в соответствии с ГОСТ 2.301-68 и включает инженерные разработки, выполненные дипломником. Графическая часть проекта может быть представлена в следующем виде:

- схемы применения РЭО или других процессов его технической эксплуатации, диаграммы, схемы, таблицы;
- схема электрическая структурная проектируемого устройства;
- схема электрическая функциональная проектируемого устройства;
- схема электрическая принципиальная проектируемого устройства;
- результаты статистического анализа уровня безопасности полетов, надежности и эксплуатационной технологичности, тактико-

технических характеристик РЭО, поясняющие конструкторско-технологические решения, принятые автором в проекте.

Точный объем и содержание графической части устанавливается руководителем и прописывается в задании на дипломный проект (дипломную работу).

3.7.2. Выполнение схем

В зависимости от основного назначения схемы подразделяются на следующие типы:

- структурные;
- функциональные,
- принципиальные (полные);
- соединения (монтажные);
- подключения;
- общие;
- расположения;
- объединенные;

Наименование и код схем определяют их вид и типом. Код схемы должен состоять из буквенной части, определяющей вид схемы, и цифровой части, определяющей тип схемы.

Виды схем обозначаются буквами: электрические – Э, комбинированные – С; плакат – ПЛ.

Типы схем обозначают цифрами:

- структурные – 1;
- функциональные – 2;
- принципиальные (полные) – 3;
- соединения (монтажные) – 4;
- подключения – 5;
- общие – 6;
- расположения – 7;
- объединённые – 0.

Для чертежей, выполняемых курсантами БГАА во время дипломного проектирования, основная надпись должна производиться так – вместо буквенного кода организации следует указывать «ДПРТ», а вместо класса, подкласса, группы, подгруппы и вида – символы XXXXXX. Такая запись обусловлена отсутствием классификатора в учебных заведениях. Порядковый регистрационный номер должен соответствовать порядковому номеру разрабатываемого чертежа, например 003. Шифр документа (вид и тип схемы) указывается в конце записи, например Э1.

Пример: То есть если в графический материал содержит три

структурных схемы, и две принципиальных схемы, то основные надписи на чертежах будут следующими:

«ДПРТ. ХХХХХХ. 001 Э1»;

«ДПРТ. ХХХХХХ. 002 Э1»;

«ДПРТ. ХХХХХХ. 003 Э1»;

«ДПРТ. ХХХХХХ. 001 Э3»;

«ДПРТ. ХХХХХХ. 002 Э3».

При выполнении основной надписи курсант должен указать в соответствующих графах свою фамилию, фамилии руководителя, нормоконтролёра, заведующего кафедры, даты выполнения чертежа и представления для подписи.

Основные надписи выполняют сплошными основными и сплошными тонкими линиями по ГОСТ 2.303 - 68 «Линии». Располагают основные надписи в правом нижнем углу конструкторских документов. Формат А4 может быть расположен как горизонтально, так и вертикально, основная надпись может быть нанесена как вдоль длинной, так и вдоль короткой стороны листа. Рамку, ограничивающую поле схемы, наносят сплошной основной линией на расстоянии 5 мм от границы формата сверху, справа и снизу; слева оставляют поле шириной 20 мм для подшивки схем (приложение Е1). Формат А3 располагается горизонтально. Размеры рамок стандартизированы и неизменны

При наличии в изделии нескольких одинаковых элементов (устройств, функциональных групп), соединенных параллельно, допускается вместо изображения всех ветвей параллельного соединения изображать только одну ветвь, указав количество ветвей при помощи обозначения ответвления. Около графических обозначений (устройств, функциональных групп), изображенных в одной ветви, проставляют их обозначения. При этом должны быть учтены все элементы, устройства или функциональные группы, входящие в это параллельное соединение. Элементы в этом случае записывают в перечень элементов в одну строку.

При наличии в изделии трех и более одинаковых элементов (устройств, функциональных групп), соединенных последовательно, допускается вместо изображения всех последовательно соединенных элементов (устройств, функциональных групп) изображать только первый и последний элементы (устройства, функциональные группы), показывая связи между ними штриховыми линиями.

Расстояние (просвет) между двумя соседними линиями графического обозначения должно быть не менее 5,0 мм.

Расстояние между соседними параллельными линиями связи должно

быть не менее 5,0 мм. Расстояние между отдельными условными графическими обозначениями должно быть не менее 5,0 мм.

Допускается помещать на схемах различные технические данные, характер которых определяется назначением схемы. Такие сведения указывают либо около графических обозначений (по возможности справа или сверху), либо на свободном поле схемы. Около графических обозначений элементов и устройств помещают, например, номинальные значения их параметров, а на свободном поле схемы диаграммы, таблицы, текстовые указания (диаграммы последовательности временных процессов и т.д.).

Содержание текста должно быть кратким и точным. В надписях на схемах не должны применяться сокращения слов, за исключением общепринятых или установленных в стандартах.

Элементы, составляющая функциональные группы или устройства, допускается на схемах выделять штрихпунктирными линиями, указывая при этом наименование функциональной группы, а для устройства - наименование или обозначение (номер) или тип (шифр). На структурной схеме изображают все основные функциональные части и основные взаимосвязи между ними. Функциональные части на схеме изображают в виде прямоугольников. Для дипломных проектов (работ) рекомендуются прямоугольники с соотношением размеров 2:3 (2 – высота; 3 – ширина).

На схеме должны быть указаны наименования каждой функциональной части, если для ее обозначения указан прямоугольник. При этом наименования вписываются внутрь прямоугольника и выравниваются по центру прямоугольника. Точка в конце наименования не ставится.

При большом количестве функциональных частей допускается взамен наименований проставлять порядковые номера сверху вниз в направлении слева направо. В этом случае наименования указываются в таблице, которая помещается над основной надписью.

Функциональные части на функциональной схеме изображаются в виде условных графических обозначений. Отдельные функциональные части допускается изображать в виде прямоугольников.

Требования по оформлению электрических схем (приложения Е) приведены в ГОСТе 2.702 – 2011.

На основании принципиальной схемы составляется перечень элементов (приложение Е3).

3.8. Оформление списка использованных источников (литературы)

Сведения о литературе, которая была использована в ходе работы над дипломным проектом (дипломной работой), приводятся в разделе «Список

использованных источников (литературы)»).

Список должен насчитывать не менее 20 источников. Из них 60 – 70 % не старше пяти лет.

Список формируется в порядке появления ссылки на источник в пояснительной записке. Если в списке присутствуют печатные издания (книги, пособия практикумы и т.д.), то раздел будет называться «Список использованной литературы». Если в списке присутствуют помимо печатных изданий интернет ресурсы, то раздел будет называться «Список использованных источников».

В списке использованных источников (литературы) сведения об источниках нумеруют арабскими цифрами. Сведения об источниках печатают с абзацного отступа. В списке использованной литературы (источников) после номера ставят точку.

Пример оформления списка можно найти по ссылке: <https://vak.gov.by/bibliographicDescription>.

3.9. Оформление приложений

Раздел «**ПРИЛОЖЕНИЕ**» оформляют в конце работы, располагая их в порядке появления ссылок в тексте работы. Не допускается включение в приложение материалов, на которые отсутствуют ссылки в тексте работы.

Каждое приложение следует начинать с нового листа с указанием в правом верхнем углу слова «**ПРИЛОЖЕНИЕ**», напечатанного прописными буквами, выделенного полужирным начертанием, размером шрифта 14 пунктов. Приложение должно иметь содержательный заголовок, который размещается с новой строки по центру листа с прописной буквы.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А (за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ъ, Ы, Ь), например: «**ПРИЛОЖЕНИЕ А**», «**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**», «**ПРИЛОЖЕНИЕ В**».

Текст каждого приложения при необходимости может быть разделен на подразделы, которые нумеруются в пределах каждого приложения, при этом перед номером подраздела ставится буква, соответствующая обозначению приложения (например: А1 - первый подраздел приложения А). Так же нумеруются в приложении иллюстрации и таблицы.

ОГЛАВЛЕНИЕ

РАЗДЕЛ 1. ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ (ДИПЛОМНЫХ РАБОТ)	3
РАЗДЕЛ 2. ПОРЯДОК ПРЕДСТАВЛЕНИЯ И ЭКСПЕРТИЗЫ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА (ДИПЛОМНОЙ РАБОТЫ)	7
РАЗДЕЛ 3. ПОРЯДОК ОФОРМЛЕНИЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА (ДИПЛОМНОЙ РАБОТЫ)	10
3.1. Общие требования	10
3.2. Заголовки структурных частей работы	11
3.3. Нумерация страниц, разделов, подразделов	12
3.4. Иллюстрации и таблицы	12
3.5. Формулы и уравнения	15
3.6. Оформление научно-справочного аппарата	16
3.7. Требования к оформлению графической части	16
3.8. Оформление списка использованных источников (литературы).....	19
3.9. Оформление приложений	20

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ АВИАЦИИ

КАФЕДРА ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВИАЦИОННОГО И
РАДИОЭЛЕКТРОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

«К ЗАЩИТЕ ДОПУСТИТЬ»

Зав. кафедрой ТЭА и РЭО

_____ В.А. Красковский

« _____ » _____ 2024 г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к дипломному проекту (или «к дипломной работе»)

**НА ТЕМУ: РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ РЕГИСТРАЦИИ ПОЛЕТНОЙ
ИНФОРМАЦИИ САМОЛЕТА СУ-30 НА
ТВЕРДОТЕЛЬНОМ НОСИТЕЛЕ**

Дипломник: _____

А.В. Ермошин

Руководитель: _____

В.А. Красковский

Нормоконтроль: _____

В.И. Майчук

Рецензент: _____

Д.В. Морозов

МИНСК, 2024

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ АВИАЦИИ»

Кафедра технической эксплуатации авиационного и радиоэлектронного
оборудования

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой ТЭ А и РЭО
_____ В.А. Красковский
« ___ » _____ 2024 г.

Задание на дипломную работу
курсанту

Петрову Петру Петровичу

1. Тема дипломной работы:

**«ВИРТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ СТАТИЧЕСКОГО И ПОЛНОГО
ДАВЛЕНИЯ ВОЗДУХА СОВРЕМЕННОГО ВОЗДУШНОГО СУДНА»**

Утверждена приказом руководителя учреждения высшего образования от
« ___ » _____ 2024 г. № ____.

2. Исходные данные к дипломной работе:

в качестве объекта изучения выбрать систему навигации воздушного судна;
в качестве предмета изучения выбрать виртуальную модель системы
статического и полного давления воздуха современного воздушного судна.

3. Перечень подлежащих разработке вопросов или краткое содержание расчетно-
пояснительной записки:

Введение

1. Анализ литературных источников по перспективам развития
программного обеспечения визуального моделирования.

2. Анализ принципов измерения высотно-скоростных данных полета
воздушного судна.

3. Обоснование схемных решений системы статического и полного давления
воздуха современного воздушного судна.

4. Разработка виртуальной модели системы статического и полного давления
воздуха современного воздушного судна.

5. Разработка методических указаний по работе с моделью системы
статического и полного давления воздуха современного воздушного судна.

6. Основные показатели безопасности жизнедеятельности при эксплуатации
виртуальной модели системы статического и полного давления воздуха
современного воздушного судна.

Заключение.

Список использованных источников.

4. Перечень графического материала (иллюстрация):

- система статического и полного давления воздуха, электрическая структурная схема;
- система статического и полного давления воздуха, электрическая функциональная схема;
- модель системы статического и полного давления воздуха, плакат.

5. Консультанты по дипломной работе с указанием относящихся к ним разделов:

- консультант по нормоконтролю ст. преподаватель кафедры ТЭАиРЭО УО «БГАА», Красковский Вадим Александрович;

6. Основные литературные источники:

1. Кучерявый, А. А. Авионика: учеб. пособие / А. А. Кучерявый. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Издательство «Лань», 2017.
2. Боровиков, С. М. Расчёт показателей надёжности радиоэлектронных средств : учеб.-метод. пособие / С. М. Боровиков, И. Н. Цырельчук, Ф. Д. Троян – Минск: БГУИР, 2010 – 71с.
3. Воробьев, В.Г. Надёжность и техническая диагностика авиационного оборудования. / В.Г. Воробьев, В.Д. Константинов – М.: МГТУ ГА, 2010.
4. Давыдов, Н.С. Радиопередающие устройства: учебное пособие / Н.С. Давыдов – М.: МАИ, 2011. – 472 с.
5. Онищук, А.Г. Радиоприемные устройства: учебное пособие /А.Г. Онищук, И.И. Забеньков, А.М. Амелин – Мн.: Новое знание, 2007. – 336с.

7. Примерный календарный график выполнения дипломной работы:

- первый отчет руководителю дипломной работы «03» мая 2024 г.
- второй отчет руководителю дипломной работы «20» мая 2024 г.
- представление дипломной работы заведующему кафедрой на допуск к защите «09» июня 2024 г.
- представление дипломной работы рецензенту «17» июня 2024 г.

8. Дата выдачи задания «21» апреля 2024 г.

9. Дата защиты дипломной работы «21» июля 2024 г.

Руководитель _____ В.А. Красковский

Задание принял к исполнению _____ П.П.Петров

«__» _____ 2024 г.

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ АВИАЦИИ»

Кафедра технической эксплуатации авиационного и радиоэлектронного
оборудования

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой ТЭ А и РЭО

_____ В.А. Красковский

«___» _____ 2024 г.

Задание на дипломный проект
курсанту

Петрову Петру Петровичу

1. Тема дипломного проекта:

**«ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ ТЕМПЕРАТУРНЫЙ ДАТЧИК СИСТЕМЫ
ПОЖАРОТУШЕНИЯ СОВРЕМЕННОГО ВОЗДУШНОГО СУДНА»**

Утверждена приказом руководителя учреждения высшего образования от
«___» _____ 2024 г. № ____.

2. Исходные данные к дипломному проекту:

в качестве объекта изучения выбрать систему пожаротушения воздушного судна;

в качестве предмета изучения выбрать интеллектуальный температурный датчик системы пожаротушения воздушного судна.

3. Перечень подлежащих разработке вопросов или кратко содержание расчетно-пояснительной записки:

Введение:

1. Анализ литературных источников по перспективам развития систем пожаротушения современных воздушных судов.

2. Обоснование и выбор функциональной схемы интеллектуального температурного датчика системы пожаротушения современного воздушного судна.

3. Обоснование, выбор и расчет принципиальной схемы интеллектуального температурного датчика системы пожаротушения современного воздушного судна.

4. Расчет основных показателей надежности интеллектуального температурного датчика системы пожаротушения современного воздушного судна.

5. Экономическое обоснование интеллектуального температурного датчика системы пожаротушения современного воздушного судна.

6. Основные показатели безопасности жизнедеятельности при эксплуатации системы пожаротушения современного воздушного судна.

Заключение.

Список использованных источников.

Перечень графического материала (иллюстрация):

- система пожаротушения воздушного судна, электрическая структурная схема;
- интеллектуальный температурный датчик системы пожаротушения воздушного судна, электрическая функциональная схема;
- интеллектуальный температурный датчик системы пожаротушения воздушного судна, электрическая принципиальная схема;
- интеллектуальный температурный датчик системы пожаротушения воздушного судна, перечень элементов.

Консультанты по дипломному проекту с указанием относящихся к ним разделов:

- консультант по нормоконтролю ст. преподаватель кафедры ТЭАиРЭО УО «БГАА», Красковский Вадим Александрович;

Основные литературные источники:

1. Кучерявый, А. А. Авионика: учеб. пособие / А. А. Кучерявый. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Издательство «Лань», 2017.

2. Боровиков, С. М. Расчёт показателей надёжности радиоэлектронных средств : учеб.-метод. пособие / С. М. Боровиков, И. Н. Цырельчук, Ф. Д. Троян – Минск: БГУИР, 2010 – 71с.

3. Воробьев, В.Г. Надёжность и техническая диагностика авиационного оборудования. / В.Г. Воробьев, В.Д. Константинов – М.: МГТУ ГА, 2010.

4. Давыдов, Н.С. Радиопередающие устройства: учебное пособие / Н.С. Давыдов – М.: МАИ, 2011. – 472 с.

5. Онищук, А.Г. Радиоприемные устройства: учебное пособие /А.Г. Онищук, И.И. Забеньков, А.М. Амелин – Мн.: Новое знание, 2007. – 336с.

7. Примерный календарный график выполнения дипломного проекта:

- первый отчет руководителю дипломного проекта «03» мая 2024 г.
- второй отчет руководителю дипломного проекта «20» мая 2024 г.
- представление дипломного проекта заведующему кафедрой на допуск к защите «09» июня 2024 г.
- представление дипломного проекта рецензенту «17» июня 2024 г.

8. Дата выдачи задания «21» апреля 2024 г.

9. Дата защиты дипломного проекта «21» июня 2024 г.

Руководитель _____ В.А. Красковский

Задание принял к исполнению _____ П.П.Петров

« ___ » _____ 2024 г.

РЕФЕРАТ

к дипломному проекту

НА ТЕМУ: «ВИРТУАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА ТЕХНИЧЕСКОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ РАДИОВЫСОТОМЕРА МАЛЫХ ВЫСОТ»

Дипломный проект состоит из введения, восьми разделов, заключения и списка использованной литературы. Объем проекта составляет 79 страниц. Работа включает 18 рисунков, 9 таблиц. Список использованной литературы содержит 12 позиций.

Цель проекта: создание виртуальной лабораторной установки технического диагностирования радиовысотомера малых высот.

Для достижения поставленной цели необходимо решение следующих задач:

- анализ литературных источников по перспективам развития программного обеспечения визуального моделирования;
- сравнительный анализ существующей диагностической аппаратуры радиовысотомера малых высот;
- обоснование схемных решений радиовысотомера малых высот;
- обоснование, выбор и расчет схемы электрической принципиальной функционального конструктивного модуля радиовысотомера малых высот;
- разработка виртуальной лабораторной установки технического диагностирования радиовысотомера малых высот;
- обоснование, выбор и расчет основных показателей надежности радиовысотомера малых высот.

Таким образом, *объектом исследования* в дипломном проекте является система технического диагностирования радиовысотомера малых высот, а *предметом исследования* является виртуальная лабораторная установка технического диагностирования радиовысотомера малых высот

В первом разделе дипломного проекта сформулированы требования, предъявляемые к программному обеспечению визуального моделирования, а также приведен анализ литературных источников по перспективам развития программного обеспечения визуального моделирования.

Во втором разделе проекта приведен сравнительный анализ существующей диагностической аппаратуры радиовысотомера малых высот.

В третьем разделе проекта приведена структурная электрическая схема радиовысотомера малых высот и изложен принцип ее работы.

В четвертом разделе проведено обоснование, выбор и расчет схемы электрической принципиальной усилителя низкой частоты радиовысотомера малых высот

В пятом разделе дипломного проекта представлен процесс разработки виртуальной лабораторной установки технического диагностирования радиовысотомера малых высот.

В шестом разделе проведено обоснование, выбор и расчет основных показателей надежности радиовысотомера малых высот, таких как: суммарная интенсивность отказов, суммарная интенсивность отказов элементов схемы, с учетом электрического режима и условий эксплуатации, наработка на отказ, вероятность безотказной работы, среднее время безотказной работы и гамма-процентная наработка до отказа.

В седьмом разделе приведено технико-экономическое обоснование проекта по основным характеристикам, таким как чистый дисконтированный доход, внутренняя норма доходности, срок окупаемости и рентабельность.

Также произведён расчёт чистого дисконтированного дохода за три года производства продукции, который составит 5825,6 бел. руб.

Для наглядности результаты расчётов сведены в таблицу.

Расчет срока окупаемости показал, что проектируемое изделие окупится за 3 года.

Устройство реализовано на современно элементной базе, что является несомненным преимуществом при продаже устройства. На основании проведённых расчётов можно сделать вывод о рентабельности данного проекта.

В восьмом завершающем разделе рассматривается охрана труда и безопасность жизнедеятельности при эксплуатации проектируемой виртуальной установки.

В этом разделе представляются общие требования безопасности, требования по монтажу кабельной системы, требования к параметрам воздушной среды, требования к освещению помещений и рабочих мест, требования к производственному оборудованию, требования к размещению производственного оборудования и организации рабочих мест пользователей компьютеров, а также требования к применению средств защиты.

В конце дипломного проекта содержится графический материал (иллюстрация), в котором представлены: структурная электрическая схема радиовысотомера малых высот, принципиальная электрическая схема усилителя низких частот радиовысотомера малых высот, перечень элементов усилителя низких частот и код программы виртуальной лабораторной установки.

Основные задачи дипломного проекта, согласно заданию в пояснительной записке, были выполнены в полном объеме.

РАЗДЕЛ 4. ОБОСНОВАНИЕ, ВЫБОР И РАСЧЕТ СХЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ АНТЕННОГО УСИЛИТЕЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО РАДИОКОМПАСА

4.1. Выбор схемы электрической принципиальной антенного усилителя

Антенные усилители предназначены для увеличения дальности приема, путем усиления полученного радиосигнала. С помощью их можно усилить полученный слабый сигнал, улучшив его качество, а также снизив помехи. Антенные усилители используют, когда передатчик находится на весьма далеком расстоянии или в случае, когда передатчик излучает сигнал сравнительно низкой мощности. Они включаются между антенной и антенным входом приемника.

Существует несколько разновидностей схем данных усилителей [4].

Схема антенного усилителя, транзистор которого, включен по схеме с общим эмиттером, представлен на рисунке 4.1.

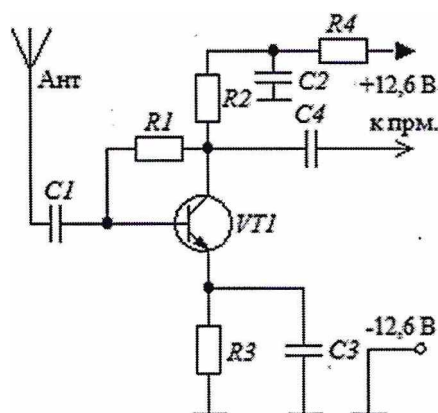


Рисунок 4.1 – Схема транзисторного антенного усилителя, выполненного по схеме с общим эмиттером

Такая схема позволяет достичь большего усиления при невысоких частотных характеристиках. Нижняя и верхняя границы частотного диапазона, в

котором будет работать усилитель, будут зависеть от номиналов емкостей.

Схема антенного усилителя, транзистор которого, включен по схеме с общей базой, представлен на рисунке 4.2.

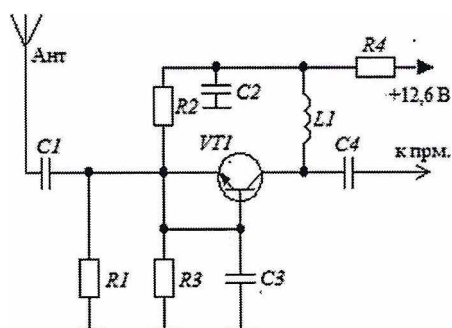


Рисунок 4.2 – Схема антенного усилителя, транзистор которого, подключен по схеме с общей базой

Такое подключение позволяет добиться более высоких частотных свойств, но при меньшем усилении.

Усилитель, транзисторы которого подключены по схеме с общим эмиттером, изображенный на рисунке 4.3, обладает чуть большим усилением, чем усилитель, изображенный на рисунке 4.1, и содержит два транзистора, образующих каскад.

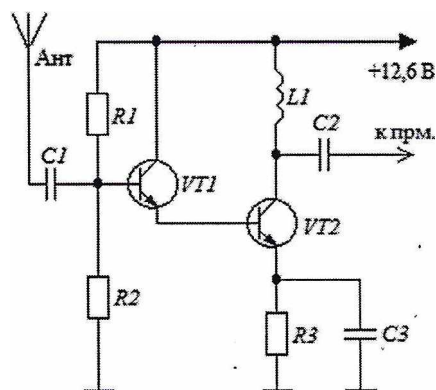


Рисунок 4.3 – Схема антенного усилителя, имеющего два транзистора, подключенных по схеме с общей базой

Также можно достичь большего уровня усиления, если при каскадном включении соединить транзисторы по схеме общий коллектор – общая база. Транзисторы при этом берутся разной проводимости.

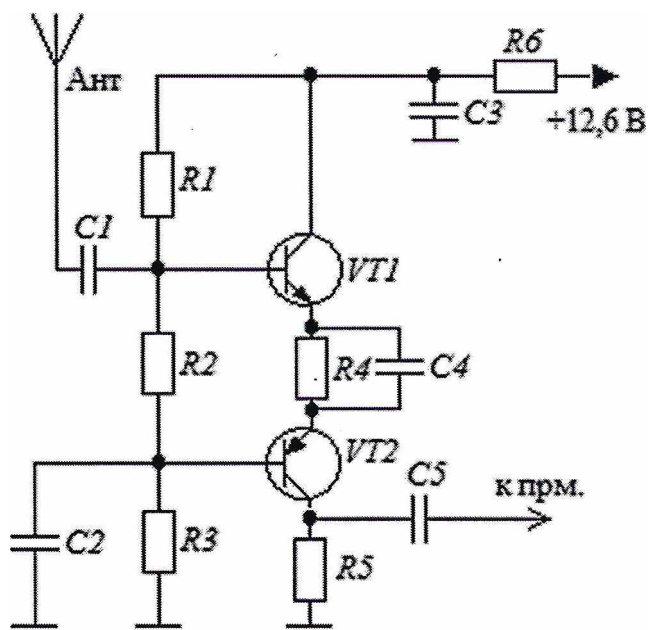


Рисунок 4.4 – Схема антенного усилителя, транзисторы которого, включены по схеме общий коллектор – общая база

В данном дипломном проекте будет использован антенный усилитель по схеме с общим эмиттером. Автоматический радиокompас АРК-15М позволяет вести прием и прослушивание позывных сигналов радиостанций, работающих в диапазоне частот 150 – 1799,5 (кГц), что соответствует СВ и ДВ диапазонам волн. Таким образом, для построения антенного усилителя, хорошо подойдет каскадное включение транзисторов. Каскадные усилители хорошо подходят для усиления сигнала ДВ и СВ диапазонов. Они имеют довольно большой коэффициент усиления, но не в состоянии усилить сигнал на высокой частоте.

К усилителю предъявляются следующие требования:

- рабочая полоса частот: 150-1799,5 кГц;
- линейные искажения:

- а) в области нижних частот не более 3 дБ;
- б) в области верхних частот не более 3 дБ.
- коэффициент усиления 25 дБ с подъёмом области верхних частот 6 дБ;
- амплитуда выходного напряжения $U_{\text{вых}} = 2,5 \text{ В}$;
- диапазон рабочих температур: от +10 до +60 градусов Цельсия;
- сопротивление источника сигнала и нагрузки $R_{\Gamma} = R_{\text{Н}} = 50 \text{ Ом}$.

4.2 Структурная схема усилителя

Если принимать о внимание тот факт, что каскад с общим эмиттером позволяет получать усиление до 20 дБ, то тогда оптимальное число каскадов данного усилителя должно быть равно двум.

В самом начале распределим на каждый каскад по 15 дБ, вследствие чего коэффициент передачи устройства будет равен 30 дБ:

- 25 дБ требуются по заданию,
- 5 дБ будут добавляются как запас усиления.

На рисунке 4.5 дана структурная схема, которая содержит усилительные каскады, корректирующие цепи, источник сигнала и нагрузку.

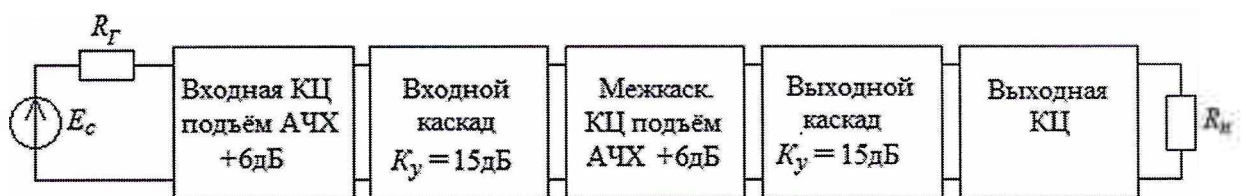


Рисунок 4.5 – Структурная схема антенного усилителя переделать рисунок

Распределение линейных искажений в области высоких частот.

Расчёт усилителя будем проводить исходя из того, что искажения распределены следующим образом:

- выходная КЦ – 1 дБ,

- выходной каскад с межкаскадной КЦ – 1,5 дБ,
- входной каскад с входной КЦ – 0,5 дБ.

В итоге, максимальная неравномерность АЧХ усилителя не превысит 3 дБ.

4.3 Расчёт выходного каскада

Сначала по формулам рассчитывают координаты рабочей точки:

$$I_{K0} = \frac{1,1 \cdot U_{\text{ВЫХ}}}{R_{\text{ЭКВ}}} \quad (4.1)$$

где $U_{\text{ВЫХ}}$ – выходное напряжение;

$R_{\text{ЭКВ}}$ – эквивалентное сопротивление.

Подставив в выражение 4.1 значения выходного напряжения и эквивалентного сопротивления получим

$$I_{K0} = \frac{1,1 \cdot 2}{2000} = 0,0011(\text{А}) = 1,1 \text{ (мА)}.$$

Таким образом, коллекторный ток не должен превышать 1,1 мА.

4.4 Заключение

В заключении выведем все технические характеристики рассчитанного нами усилителя:

- рабочая полоса частот: 150 – 1799,5 кГц;
- линейные искажения:
 - а) в области нижних частот не более 3 дБ;
 - б) в области верхних частот не более 2,5 дБ;
- коэффициент усиления 30дБ с подъёмом области верхних частот 6 дБ;
- амплитуда выходного напряжения $U_{\text{ВЫХ}} = 2,5 \text{ В}$;

- питание однополярное, $E_{\Pi} = 12,6 \text{ В}$;
- диапазон рабочих температур: от $+ 10$ до $+ 60$ градусов Цельсия;
- усилитель рассчитан на нагрузку $R_{\Pi} = 50 \text{ Ом}$;

В состав спроектированного антенного усилителя войдут элементы, указанные в таблице 4.1.

Таблица 4.1– Состав антенного усилителя

№	Тип элемента	Номинал	Количество
1	2	3	4
1	Конденсатор	22пФ±5%	1
2	Конденсатор	27пФ±5%	1
3	Конденсатор	7,5пФ±5	1
4	Конденсатор	91пФ±5%	1
5	Конденсатор	1,2пФ±5%	1
6	Конденсатор	0,5пФ±5%	1
7	Конденсатор	510пФ±5%	1
8	Конденсатор	5,1пФ±5%	1
9	Конденсатор	2,7пФ±5%	1
10	Катушка индуктивности	11нГн±10%	1
11	Катушка индуктивности	1,75нГн±10%	1
12	Катушка индуктивности	0,11мкГн±10%	1
13	Катушка индуктивности	51,5нГн±10%	1
14	Катушка индуктивности	20мкГн±10%	1
15	Катушка индуктивности	9,1нГн ±10%	1
16	Резистор	27Ом±10%	1
17	Резистор	2,4кОм±10%	1
18	Резистор	1,5кОм±10%	1

19	Резистор	1,5кОм±10%	1
----	----------	------------	---

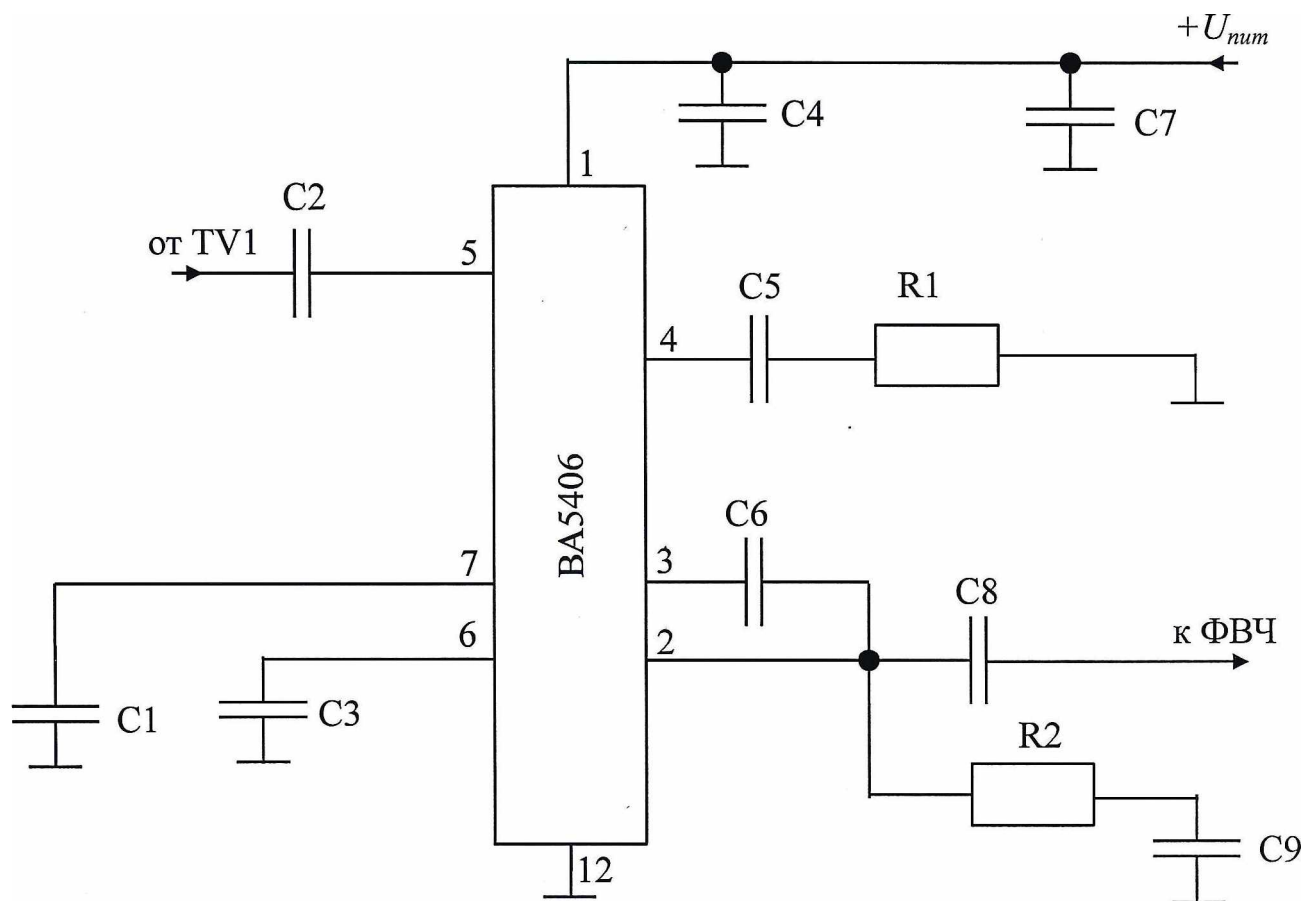
Окончание таблицы 4.1

1	2	3	4
20	Резистор	1кОм±10%	1
21	Резистор	820Ом±10%	1
22	Резистор	820Ом±10%	1
23	Резистор	91Ом±10%	1
24	Транзистор	КТ801Б	1
25	Транзистор	КТ505Б	1

В данном разделе был сделан выбор и расчет схемы электрической принципиальной антенного усилителя автоматического радиокompаса.

Поз. обозн.	Наименование	Кол.	Примечание
<u>Конденсаторы</u>			
C1	Конденсатор мини электролитический выводной 100μF	1	
C2	Конденсатор мини электролитический выводной 2,2μF	1	
C3,C6	Конденсатор мини электролитический выводной 47μF	2	
C4	Конденсатор мини электролитический выводной 0,1μF	1	
C5	Конденсатор мини электролитический выводной 33μF	1	
C7	Конденсатор мини электролитический выводной 1000 μF	1	
C8	Конденсатор мини электролитический выводной 470μF	1	
C9	Конденсатор мини электролитический выводной 0,22μF	1	
<u>Резисторы</u>			
R1	Резистор выводной 120 R	1	
R2	Резистор выводной 2,2 R	1	
<u>Микросхемы</u>			
BA5406	Микросхема BA5406	1	

ДПРТ.ХХХХХХ.001 ПЭ				
Усилитель низкой частоты радиовысотомера малых высот, перечень элементов				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Разраб.		Григорьев		
Провер.		Красковский		
Н. контр.		Майчук		
Утверд.		Краскаовский		
		Лит		Масса
		У		Масштаб
		Лист 1		Листов 1
1-37 04 02 02, Р-115				



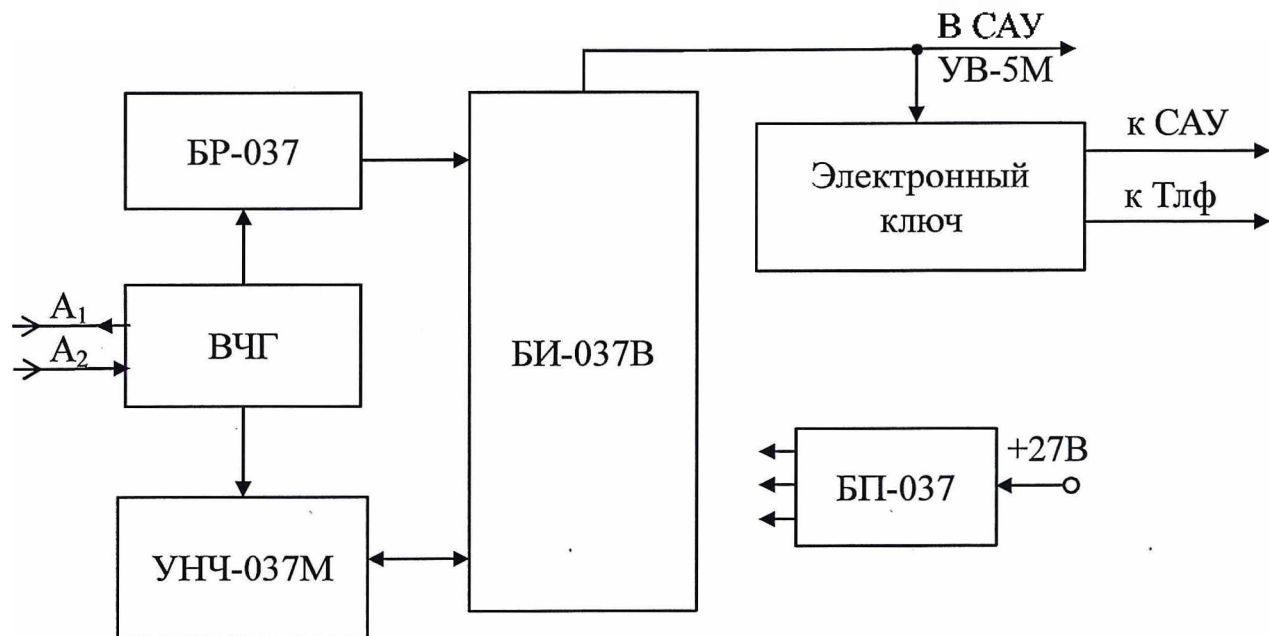
ДПРТ.ХХХХХХ.001 ЭЗ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Разраб.		Григорьев		
Провер.		Красковский		
Н. контр.		Майчук		
Утверд.		Красковский		

Усилитель низких частот
радиовысотомера малых высот,
схема электрическая
принципиальная

Лит	Масса	Масштаб
у		
Лист 1		Листов 1

1-37 04 02 02,
Р-115



					<i>ДПРТ.ХХХХХХ.001 Э1</i>			
					<i>Радиовысотомер малых высот, схема электрическая структурная</i>	Лит	Масса	Масштаб
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		у		
<i>Разраб.</i>		<i>Григорьев</i>						
<i>Провер.</i>		<i>Красковский</i>						
<i>Н. контр.</i>		<i>Майчук</i>						
						<i>Лист 1</i>	<i>Листов 1</i>	
<i>Утведл.</i>		<i>Красковский</i>				<i>1-37 04 02 02, Р-115</i>		

ПРИЛОЖЕНИЕ А. Анализ основных типов лазеров

Таблица А.1 – Классификация и анализ основных типов лазеров

Активная среда лазера	Достоинства	Недостатки
1	2	3
Твердотельные		
а) на кристалле рубина	<ul style="list-style-type: none"> - выходная мощность зависит от энергии накачки; - возможность получения сфокусированный поток. 	<ul style="list-style-type: none"> - КПД несколько процентов; - необходим отвод тепла.
б) на неодимовых стеклах	<ul style="list-style-type: none"> - хорошая технологичность и эффективность; - низкая стоимость; - значительная энергия. 	<ul style="list-style-type: none"> - плохая теплопроводность; - применение активных систем охлаждения; - эффект самофокусировки.
в) на алюмо-иттриевом гранате	<ul style="list-style-type: none"> - предельно малое тепловыделение; - низкие пороговые энергии накачки; - малые оптические потери; - высокая частота работы и мощность; - простота конструкции; - высокое быстродействие. 	<ul style="list-style-type: none"> - отсутствие широких полос поглощения; - находится в разработке; - высокая цена.
Полупроводниковые		
	<ul style="list-style-type: none"> - экономичность; - малая инерционность; - компактность; - высокая эффективность; - простое устройство; - устойчивость к механическим воздействиям; - высокое быстродействие; - низкая стоимость; - плавная перестройка длины волны. 	<ul style="list-style-type: none"> - низкое качество выходного оптического излучения; - чувствительность к перегрузкам; - невысокая направленность излучения; - сложная организация монохроматичности; - малая выходная мощность.
а) инжекционный на гомопереходе	<ul style="list-style-type: none"> - возможность условия прозрачности; - высокая пороговая плотность тока при комнатной температуре. 	<ul style="list-style-type: none"> - маленький потенциальный барьер; - недолговечность.

Продолжение таблицы А.1

1	2	3
б) инжекционный на гетеропереходе	<ul style="list-style-type: none"> - эффективное оптическое ограничение; - малые потери на резонансное поглощение и ток утечки; - КПД до 30-40% при 300К; - малая инертность; - компактность; - низковольтное питание; - широкий набор длин волн; - возможность спектральной перестройки; - мгновенная готовность к работе; - высокая эффективность. 	<ul style="list-style-type: none"> - слабая направленность излучения; - малые размеры излучаемой области; - низкая температурная и радиационная стойкость; - широкий спектр генерации.
в) на квантовых ямах	<ul style="list-style-type: none"> - возможность управления уровнем энергии; - частотная перестройка; - экономность; - высокая температурная стабильность порогового тока; - низкая пороговая плотность тока. 	<ul style="list-style-type: none"> - сложность изготовления; - высокая стоимость; - малая распространенность.
д) квантово-каскадные	<ul style="list-style-type: none"> - конструирование системы с определенными свойствами. 	<ul style="list-style-type: none"> - ограничение диапазона перестройки; - высокая точность реализации конструкции; - зависимость от температур.
е) с электрической накачкой	<ul style="list-style-type: none"> - высокая мощность излучения; - возможность лазерной генерации на любых прямозонных III; - управление длиной волны; - низкая угловая расходимость. 	<ul style="list-style-type: none"> - КПД под предельной нагрузкой не превышает 30-40%; - реальный КПД (~1%); - сложность системы питания.
Газовые		
	<ul style="list-style-type: none"> - максимальная направленность и монохроматичность излучения; - высокая мощность и эффективность; - малая стоимость оборудования; - в импульсном режиме большая частота следования. 	<ul style="list-style-type: none"> - сравнительно невысокий ресурс; - повышенное тепловыделение; - зависимость от охлаждающей жидкости.

Окончание таблицы А.1

1	2	3
а) химические	- свечение в инфракрасном диапазоне; - высокая мощность.	- применение в качестве боевого автономного химического лазера.
б) на свободных электронах	- высокий КПД; - перестраиваемая длина волны.	- большие габариты; - применяется для кристаллографии.
в) эксимерные	- широкополосность излучения; - работают в основном в импульсном режиме.	- применяется в хирургии и ПП производстве.
Жидкостные		
	<ul style="list-style-type: none"> - большая мощность и энергия излучения; - плавная перестройка частоты генерации; - возможность работы в трех режимах; - высокое значение ширины линии усиления активного перехода; - не требует дорогостоящих кристаллов; - любая форма и размер активного элемента; - высокая энергия импульса. 	<ul style="list-style-type: none"> - малая направленность излучения (большая расходимость); - нестабильность жидкостей (высокая вероятность перегрева).