

Министерство образования и науки Украины
Севастопольский национальный технический университет



**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ДИПЛОМНОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ**

для студентов дневной и заочной форм обучения

специальности 7.090701 — «Радиотехника»

Заказ № _____ от «___» _____ 2006. Тираж _____ экз.
Изд-во СевНТУ

**Севастополь
2006**

УДК 621.396

Методические указания по дипломному проектированию для студентов дневной и заочной форм обучения специальности 7.090701 — «Радиотехника» / Ю.Б. Гимпилевич, В.Г. Слезкин. — Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2006. — 59 с.

Цель указаний: оказать методическую помощь студентам в выполнении дипломного проекта, оформлении пояснительной записки и графических материалов, а также пояснить организацию защиты дипломного проекта.

Методические указания утверждены на заседании кафедры радиотехники 16 января 2006 г., протокол №6.

Допущено учебно-методическим центром СевНТУ в качестве методических указаний.

Рецензент: канд. техн. наук, доцент Афонин И.Л.

Ответственный за выпуск: зав. кафедрой радиотехники,
д.т.н., Гимпилевич Ю.Б.

Продолжение таблицы К.1

П	С	Т	В	Описание
Класс 46 — продолжение				
8	4			Образования видеосигнала, развертывающие (сканеры), отклоняющие, фокусирующие, корректирующие
8	5			Антенн, фидерного тракта
8	6			Телеграфных, телефонных средств
8	7			Усилители, генераторы, задержки электрич. сигнала:
8	7	1		усилители с частотой от 3 ГГц
8	7	2		усилители операционные:
8	7	2	1	суммирующие
8	7	2	2	вычитающие
8	7	2	3	деления
8	7	2	4	умножения
8	7	2	5	дифференцирующие
8	7	2	6	интегрирующие
8	7	2	7	логарифмические
8	7	2	9	прочие
8	7	3		усилители непрерывных сигналов с частотой до 3 ГГц, кроме операционных:
8	7	3	1	электронные с диапазоном частот до 3 МГц
8	7	3	2	электронные с диапазоном частот выше 3 МГц до 3 ГГц
8	7	3	3	электронные комбинированные
8	7	3	4	диэлектрические
8	7	3	5	магнитные
8	7	3	6	молекулярные
8	7	3	7	оптические
8	7	3	9	прочие
8	7	4		усилители импульсн. сигн. с част. до 3 ГГц, кроме операц.:
8	7	4	1	электронные с диапазоном частот до 3 МГц
8	7	4	2	электронные с диапазоном частот выше 3 МГц до 3 ГГц
8	7	4	3	электронные комбинированные
8	7	4	4	диэлектрические
8	7	4	5	магнитные
8	7	4	6	молекулярные
8	7	4	7	оптические
8	7	4	9	прочие
8	8			Фильтры
8	9			Комплекты монтажные и эксплуатационные, имитаторы
9				Составные части нефункциональные

Продолжение таблицы К.1

П	С	Т	В	Описание
Класс 46 — продолжение				
7	7	6	1	амплитудные
7	7	6	2	частотные
7	7	6	3	временные
7	7	6	4	фазовые
7	7	6	5	импульсные
7	7	6	6	комбинированные
7	7	6	9	прочие
7	8			Отображения информации, следящие, синтезаторы, синхронизаторы
7	8	1		отобр. инф.: на трубках электронно-лучевых, черно-белые
7	8	2		отобр. инф.: на трубках электронно-лучевых, цветные
7	8	3		видеотелефонные
7	8	4		панельные
7	8	5		индикаторные
7	8	6		следящие
7	8	7		синтезаторы частот
7	8	8		синхронизаторы, кроме синхрогенераторов
7	9			Комплекты монтажные и эксплуатационные
8				Составные части функциональные: формирования и обработки сигналов , контроля, технич. диагностики, сигнализации, защиты, отражатели защитные, управления, коммутации, сопряжения, образования видеосигнала, развертывающие, отклоняющие, фокусирующие, корректирующие, антенн, фидерного тракта, телеграфных, телефонных средств, усилители, генераторы, задержки электрического сигнала, фильтры
8	1			Формирования и обработки сигналов:
8	1	1		каналы от 3 ГГц
8	1	2		корректоры, регуляторы, смесители (микшеры), приемовозбудители, ограничители, кроме сигналов с частотой от 3 ГГц
8	1	3		сравнения, селекции, суммирующие, кроме сигналов с частотой от 3 ГГц
8	1	4		смесители сигналов с частотой от 3 ГГц
8	1	5		преобразователи параметров сигналов и видов энергии
8	1	6		измерители, анализаторы, подавители помех
8	1	7		формирователи
8	2			Контроля, технич. диагностики, сигнализации, защиты
8	3			Управления, коммутации, сопряжения, индикации

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дипломного проектирования.....	4
2. Тематика дипломных проектов.....	4
3. Порядок выполнения и защиты дипломного проекта	5
4. Содержание дипломного проекта.....	7
4.1. Состав пояснительной записки	7
4.2. Введение и выводы	7
4.3. Основная часть	8
4.4. Конструкторско-технологический раздел	10
4.5. Остальные составные части пояснительной записки	16
4.6. Графические материалы.....	17
5. Правила оформления пояснительной записки дипломного проекта.....	17
5.1. Общие указания.....	17
5.2. Структура пояснительной записки	19
5.3. Оформление отдельных частей текста и иллюстраций	20
5.4. Оформление конструкторско-технологического раздела	23
6. Оформление графических материалов.....	24
6.1. Общие положения	24
6.2. Обозначение документов	24
6.3. Оформление схем.....	25
6.4. Выполнение чертежей печатной платы и узла на печатном монтаже....	27
6.5. Выполнение чертежа общего вида изделия	33
Библиографический список.....	34
Приложение А. Пример написания введения	35
Приложение Б. Данные о характеристиках внешних воздействий	36
Приложение В. Примеры анализа общих требований к конструкции	37
Приложение Г. Сведения о конструкциях со стандартизованными размерами.....	39
Приложение Д. Формовка выводов и крепление некоторых ЭРИ	41
Приложение Е. Справочные данные к расчетам показателей надежности .	44
Приложение Ж. Пример оформления технологического процесса в конструкторско-технологическом разделе	47
Приложение И. Библиографическое описание источников информации....	49
Приложение К. Выписка из Классификатора ЕСКД	52

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Дипломное проектирование по специальности «Радиотехника» является заключительным этапом обучения студента в университете до квалификационного уровня «специалист» и имеет следующие цели:

- систематизацию, закрепление и углубление теоретических знаний путем применения их для решения научно-технических задач;
- выработку умения пользоваться научно-технической и справочной литературой для обоснования предлагаемых научно-технических решений;
- развитие навыков самостоятельной теоретической и экспериментальной работы;
- выявление степени подготовленности студента к самостоятельной научно-исследовательской и инженерной работе в условиях современного производства, проектно-конструкторских и научно-исследовательских организациях, а также в организациях, занимающихся ремонтом и обслуживанием радиоаппаратуры.

Задачами дипломного проектирования являются:

- выбор и обоснование научно-технических принципов реализации проектируемого устройства, выбор и обоснование структурной, функциональной и принципиальной схем проектируемого устройства;
- теоретический анализ и, при необходимости, экспериментальное исследование макетов устройства или его важнейших составных частей;
- выбор основных конструктивных решений на основе требований к условиям эксплуатации и производства изделия, выбор и описание одного из технологических процессов, относящихся к данному изделию;
- технико-экономическое обоснование проектного решения;
- разработка мероприятий по охране труда и окружающей среды;
- разработка мероприятий по защите производства и персонала в чрезвычайных ситуациях (только для студентов дневной формы обучения).

2. ТЕМАТИКА ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ

Преподаватели кафедры радиотехники предлагают студентам темы дипломных проектов по следующим техническим направлениям:

- радиотехнические системы и устройства передачи, приёма информации;
- антенно-фидерные устройства и устройства СВЧ;
- радиоизмерительные системы и приборы;
- микропроцессорные и цифровые устройства обработки информации;
- радиоэлектронные устройства и системы для измерения неэлектрических величин;
- устройства автоматизации производственных процессов и научных исследований;

Продолжение таблицы К.1

П	С	Т	В	Описание
Класс 46 — продолжение				
7	7	1	1	фазовращатели: волноводные
7	7	1	2	коаксиальные
7	7	1	3	полосковые
7	7	1	4	механические
7	7	1	5	резонаторы
7	7	1	6	аттенюаторы
7	7	2		контура:
7	7	2	1	с сосредоточенными параметрами
7	7	2	2	с распределенными параметрами: на спиральных резонаторах
7	7	2	3	кроме контуров на спиральных резонаторах
7	7	2	4	комбинированные
7	7	2	9	прочие
7	7	3		головки детекторные сигналов с частотой свыше 3 ГГц:
7	7	3	1	волноводные
7	7	3	2	коаксиальные
7	7	3	3	полосковые
7	7	3	9	прочие
7	7	4		детекторы, дискриминаторы:
7	7	4	1	амплитудные
7	7	4	2	временные
7	7	4	3	импульсные
7	7	4	4	отношений
7	7	4	5	пиковые
7	7	4	6	частотные
7	7	4	7	фазовые
7	7	4	8	сцинтилляционные
7	7	4	9	прочие
7	7	5		кодеры, декодеры, вокодеры, кодеки:
7	7	5	1	амплитудные
7	7	5	2	частотные
7	7	5	3	временные
7	7	5	4	фазовые
7	7	5	5	импульсные
7	7	5	6	комбинированные
7	7	5	9	прочие
7	7	6		модуляторы, демодуляторы, модемы:

Продолжение таблицы К.1

П	С	Т	В	Описание
Класс 46 — продолжение				
4	9			Комплекты монтажные и эксплуатационные, тренажеры и имитаторы, средства контрольно-испытательные
5				Проводной связи:
5	1			Первичной сети
5	2			Коммутационные (станции, концентраторы, коммутаторы)
5	3			Звуковещательные, формирования звуковых программ, трансляционные
5	4			Каналообразующие, кроме каналообразующих приема, передачи, ввода, вывода факсимильной информации
5	5			Факсимильные
5	6			Передачи данных, телеобработки
5	9			Комплекты монтажные и эксплуатационные
6				Вычислительной техники:
6	1			Машины перфорационные, клавишные
6	2			Машины цифровые, кроме перфорац., клавишных
6	3			Машины аналоговые, аналого-цифровые
6	4			Программного управления, автоматизир. системы управления, системы автоматизир. проектирования
6	5			Многомашинные, многопроцессорные
6	9			Комплекты монтажные и эксплуатационные; имитаторы, средства контрольно-испытательные
7				Составные части функциональные: обмена данными в ЭВМ, ввода-выв., подг. данных, операц. процессоры, запоминающие, фазовращатели, резонаторы, аттенюаторы, головки детекторные, контура, детекторы, дискриминаторы, кодеры, вокодеры, декодеры, кодеки, модуляторы, демодуляторы, модемы, отображения информации, следящие, синтезаторы, синхронизаторы
7	1			Обмена данными в ЭВМ
7	2			Ввода, вывода, ввода-вывода
7	3			Подготовки данных, носители данных
7	4			Операционные, процессоры
7	5			Запоминающие (записи, хранения, воспроизв.): внутренние
7	6			Запоминающие внешние (накопители)
7	7			Фазовращатели, резонаторы, аттенюаторы, контура, головки детекторные, детекторы, дискриминаторы, кодеры, вокодеры, декодеры, кодеки, модуляторы, демодуляторы

- электронные медицинские приборы и системы;
- радиоэлектронные системы и устройства контроля, индикации и сигнализации.

Тематика дипломных проектов по указанным направлениям должна быть связана с научно-исследовательскими работами, проводимыми на кафедре радиотехники, научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами организаций и предприятий, их производственной деятельностью или с усовершенствованием и развитием учебно-лабораторной базы университета.

При оценке качества дипломного проекта учитываются его реальность и практическая ценность, которые должны быть охарактеризованы в отзыве руководителя и рецензии, а также по возможности подтверждены документально, например, письмом или отзывом организаций или кафедр, предложивших тему работы и затем оценивших достигнутые результаты.

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ И ЗАЩИТЫ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

Студенту предоставляется право выбора руководителя и темы дипломного проекта в девятом семестре, но не позднее начала преддипломной практики. Перечень тем утверждается в начале девятого семестра на заседании кафедры.

В период преддипломной практики предприятие может предложить студенту тему дипломного проекта, соответствующую интересам предприятия. Студент также имеет право предложить свою тему дипломного проекта по одному из приведённых выше направлений (см. разд. 2). В указанных случаях тема должна быть согласована с руководителем проекта, а затем утверждена на заседании кафедры.

Окончательный выбор темы и назначение руководителя дипломного проекта производится на основании личного заявления студента на имя заведующего кафедрой к моменту завершения производственной практики. Темы, руководители и рецензенты утверждаются приказом ректора университета, который издаётся в соответствии с представлением кафедры по согласованию с деканатом факультета в начале десятого семестра.

Каждому студенту выдается индивидуальное задание, составленное руководителем и утверждённое заведующим кафедрой.

Для оказания помощи в выполнении проекта назначаются консультанты по следующим разделам:

- конструкторско-технологическому;
- технико-экономического обоснования;
- охраны труда и окружающей среды;
- защиты объектов и персонала в чрезвычайных ситуациях (для студентов дневной формы обучения).

Для контроля правильности оформления пояснительной записки и графических материалов в соответствии с принятыми кафедрой требованиями (см. ниже) назначается нормоконтролер.

Задания на разделы технико-экономического обоснования, охраны труда и окружающей среды, защиты объектов и персонала в чрезвычайных ситуациях согласовываются с консультантами от соответствующих кафедр. Каждый консультант также контролирует ход выполнения соответствующего раздела проекта и дает разрешение на включение раздела в текст пояснительной записки. Нормоконтролер проверяет полностью оформленную пояснительную записку и графические материалы, подписанные студентом, его руководителем и всеми консультантами и выносит решение о соответствии их оформления установленным кафедрой требованиям.

Дипломный проект выполняется в соответствии с календарным планом, входящим в состав индивидуального задания. Консультации студентов проводятся руководителем проекта по индивидуальному графику и консультантами от других кафедр по отдельным расписаниям. Информацию о выполнении графика проектирования руководители проектов периодически докладывают на заседаниях кафедры. При значительном отставании от графика по решению кафедры студент может быть не допущен к защите дипломного проекта.

Защита проекта осуществляется на заседаниях Государственной Экзаменационной Комиссии (ГЭК). Состав ГЭК и сроки ее работы утверждаются приказом ректора. Конкретный график заседаний ГЭК с указанием поименной очередности защит составляет секретарь комиссии по согласованию с руководителями проектов. Окончательное решение о допуске к защите принимает заведующий кафедрой на основании представленных материалов, завизированных руководителем, всеми консультантами и нормоконтролером, при наличии отзыва руководителя и рецензии, составленной рецензентом, назначенным приказом ректора.

Процедура защиты содержит:

- выступление студента в течение 8...10 минут;
- ответы студента на вопросы членов ГЭК;
- выступление руководителя или зачитание его отзыва;
- выступление рецензента или зачитание его рецензии;
- ответы студента на замечания руководителя и рецензента;
- заключительное слово студента.

Результаты защиты дипломного проекта студенту сообщаются по окончании заседания комиссии. Материалы защищенного проекта под руководством секретаря ГЭК студент сдает в архив университета.

Продолжение таблицы К.1

П	С	Т	В	Описание
Класс 46 — продолжение				
4	1	5		свыше 100 кВт
4	2			Передающие кроме связных, вещательных:
4	2	1		со средней мощностью: до 100 Вт вкл.
4	2	2		свыше 100 Вт до 3 кВт вкл
4	2	3		свыше 3 кВт до 100 кВт вкл
4	2	4		свыше 100 кВт
4	3			Приемные:
4	3	1		связные
4	3	2		вещательные
4	3	3		импульсных сигналов, кроме связных, вещат.
4	3	4		непрерывных сигн., кроме связных, вещат.
4	4			Приемо-передающие:
4	4	1		прямой видимости: малоканальные
4	4	2		многоканальные
4	4	3		тропосферные: оконечные малоканальные
4	4	4		оконечные многоканальные
4	4	5		ретрансляционные малоканальные
4	4	6		ретрансляционные многоканальные
4	5			Приемо-передающие, кроме прямой видим., тропосф.:
4	5	1		со средней мощностью: до 100 Вт вкл.
4	5	2		свыше 100 Вт до 3 кВт вкл.
4	5	3		свыше 3 кВт до 100 кВт вкл
4	5	4		свыше 100 кВт
4	6			Антенны, фидерные устройства:
4	6	1		антенны длин волн: километровых
4	6	2		гектометровых
4	6	3		декаметровых
4	6	4		метровых
4	6	5		дециметровых и сантиметровых
4	6	6		миллиметровых и децимиллим.
4	6	7		короче децимиллиметровых
4	6	8		фидерные устройства:
4	6	8	1	стабилизированные: комбинированные
4	6	8	2	длин волн: километровых, гектометровых
4	6	8	3	декаметровых
4	6	8	4	метровых и короче метровых
4	6	8	9	прочие

Продолжение таблицы К.1

П	С	Т	В	Описание
Класс 30 — продолжение				
6	2	1		с выходным перемен. напряжением: стабилизированным
6	2	2		нестабилизированным
6	2	3		с выходным постоянн. напряжением: стабилизированным
6	2	4		нестабилизированным
Класс 46 – радиоэлектронные средства и средства вычислит. техники				
3				Телевизионные прямо-передающие
3	1			Передающие:
3	1	1		однострочные
3	1	2		однокладовые
3	1	3		многокадровые: вещательные стационарные
3	1	4		вещательные нестационарные
3	1	5		кроме вещательных стационарных
3	1	6		кроме вещательных нестационарных
3	2			Приемные:
3	2	1		однострочные
3	2	2		однокладовые
3	2	3		многокадровые: вещательные стационарные
3	2	4		вещательные нестационарные
3	2	5		кроме вещательных стационарных
3	2	6		кроме вещательных нестационарных
3	3			Приемо-передающие:
3	3	1		с преобразованием: параметров разложения
3	3	2		формы сигнала
3	3	3		с сохранением формы сигнала
3	3	4		комбинированные
3	4			Передающие-приемные (замкнутые):
3	4	1		однострочные
3	4	2		однокладовые
3	4	3		многокадровые
3	9			Контрольно-испытательные, тренажеры, комплекты монтажные и эксплуатационные
4				Радиоприемопередающие
4	1			Передающие связные и вещательные:
4	1	1		связные мощностью: до 250 Вт вкл.
4	1	2		свыше 250 Вт до 5 кВт вкл.
4	1	3		свыше 5 кВт до 50 кВт вкл.
4	1	4		свыше 50 кВт до 100 кВт вкл.

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

Дипломный проект состоит из **пояснительной записки** и **графических материалов**.

4.1. Состав пояснительной записки

Пояснительная записка должна содержать 90...110 страниц текста, включая обязательные приложения (за счет дополнительных приложений объем может быть увеличен). В нее входят следующие составные части:

- титульный лист;
- техническое задание;
- содержание;
- введение;
- основные разделы, отображающие ход разработки устройства;
- конструкторско-технологический раздел;
- технико-экономическое обоснование проектных решений;
- раздел охраны труда и окружающей среды;
- раздел по защите объекта и персонала в чрезвычайных ситуациях (только для студентов дневной формы обучения);
- выводы;
- перечень ссылок;
- обязательные приложения;
- дополнительные приложения (при необходимости).

Бланки **титульного листа** и **технического задания** выдаются каждому студенту и заполняются в соответствии с установленными формами.

В **техническом задании** указываются требования к основным техническим характеристикам разрабатываемого устройства или системы, содержание пояснительной записки и перечень графических материалов.

Содержание включает перечень всех составных частей, разделов и подразделов записки, кроме титульного листа и задания. Заголовки пунктов и подпунктов допускается в содержание не выносить.

4.2. Введение и выводы

Во **введении** необходимо:

- кратко охарактеризовать место проектируемого устройства в радиотехнической системе более высокого уровня либо в системе потребностей общества (1...3 фразы в пределах одного абзаца);
- оценить современное состояние проблемы (например, перечислить ведущие мировые фирмы, оценить технический уровень их изделий-аналогов проектируемого устройства), обосновать актуальность темы проекта путем критики достигнутого уровня (1 абзац объемом не более 0,5 страницы);

- сформулировать цель проекта (1 абзац);
- перечислить задачи, которые необходимо решить для достижения поставленной цели.

При формулировке цели следует указать наименование устройства, важнейшие его характеристики и назначение.

Пример.

Целью данного дипломного проекта является разработка усилителя низкой частоты с высокой верностью воспроизведения при малых массе и габаритах, предназначенного для бытовых целей.

Задачи следует приводить в виде перечисления, количество строк в котором должно быть равно числу задач, включая задачи технико-экономического обоснования, охраны труда и защиты объектов. Задачу «сформулировать выводы по проекту» вводить не следует. Пример написания введения с необходимыми комментариями приведен в приложении А.

Объем введения — **от 1 до 2 страниц.**

Выводы формулируют в стиле прошедшего времени («получено», «достигнуто», «разработано» и т.п.), в логически обратном по отношению к введению порядке: от решенных задач к цели. Следует не только констатировать факт решения задачи (например, «разработана структурная схема»), но давать краткую характеристику результату (например, «основу принципиальной схемы приемника составляют multifunctional микросхемы фирмы МАХИМ типов ...»). В отдельном абзаце приводят фразу о факте достижения цели проекта, формулируют достигнутую цель и приводят рекомендации к использованию результатов разработки.

Пример.

Таким образом, цель дипломного проекта достигнута. Разработанное миниатюрное радиоприемное устройство можно рекомендовать к производству и использованию индивидуальными потребителями.

Объем выводов — **от 1 до 2 страниц.**

4.3. Основная часть

Разделы **основной части** должны давать ясное представление о том, какими путями и средствами обеспечено выполнение заданных функций разрабатываемым устройством.

Первый раздел посвящают обзору и сравнительному анализу методов и технических средств решения поставленной задачи. В качестве источников информации следует использовать учебные пособия, монографии, публикации в научно-технических периодических изданиях, патенты, ав-

Продолжение таблицы К.1

П	С	Т	В	Описание
Класс 75 — продолжение				
8	7	6		платы печатные на жестком основании с контуром в плане непрямолинейным: с печ. пров., эл-тами, схемой
8	7	7		платы микросистемные, кроме микрополосковых
8	7	8		платы микрополосковые:
8	7	8	1	симметричные
8	7	8	2	несимметричные
8	7	8	3	кроме симм. и несимм. (щелевые и т.п.)
8	7	8	6	проводники микрополосковых линий: прямые
8	7	8	7	изогнутые
8	8			Платы печатные на гибком основании
Класс 30 — корпуса, трубопроводы, сосуды и т.д				
1				Устройства корпусные, опорные, несущие
1	1			Корпуса
1	2			Рамы, каркасы, крышки
1	3			Устройства опорные: опоры, балки, секции и т.д.
1	4			Несущие конструкции: платы, панели, стойки, стеллажи, пульта, шкафы, блоки, днища и др.
1	4	1		Платы, панели, подложки, радиаторы:
1	4	1	1	платы
1	4	1	2	панели: лицевые
1	4	1	3	кроме лицевых
1	4	1	4	подложки
1	4	1	5	радиаторы: ребристые
1	4	1	6	игольчатые
1	4	1	7	кроме ребристых, игольчатых
1	4	2		Стойки, стеллажи
1	4	3		Тумбы, пульта
1	4	4		Шкафы, блоки
1	4	5		Днища круглые без фланцев
1	4	6		Днища круглые с фланцем
1	4	7		Днища, кроме круглых
Класс 43 — резисторы, соединители электрические, преобразователи электронные, модули полупроводниковые силовые, модули СВЧ				
6				Системы и источники вторичного электропитания
6	1			Системы вторичного электропитания
6	2			Источники вторичного электропитания одноканальные с входным напряжением переменным однофазным:

ПРИЛОЖЕНИЕ К
(справочное)

Выписка из Классификатора ЕСКД

Таблица К.1 — Краткий предметный указатель

П	С	Т	В	Описание
Класс 75 — детали, в том числе электрорадиотехнические				
7	1			Детали электрорадиотехнические:
7	1	1		СВЧ
7	1	2		магнитопроводы из ферритов: кроме СВЧ плоскостные
7	1	3		кроме СВЧ, кроме плоскостных
7	1	4		магнитопроводы из магнитодиэлектриков
7	1	5		магниты постоянные из ферритов
7	2			Магнитопроводящие: из электротехнической стали
7	3			Токопроводящие: электроды
7	4			Токопроводящие: кроме электродов
7	5			Изоляторы, каркасы намоточные
7	6			Приборов электровак., полупроводниковых, пьезоэл.
7	7			Резисторов, конденсаторов
7	8			Волноводы, резонаторы и др.; акустич. устройства:
7	8	1		волноводы, переходы: с прямой осью
7	8	2		с изогн. осью, скрученные
7	8	3		поглотители и диафрагмы волноводные, поршни
7	8	4		вибраторы, отражатели, излучатели, обтекатели антенн, резонаторы, зонды и петли связи
7	8	5		фланцы контактные и дроссельные
8				Детали крепежные, платы печатные
8	7			Платы печатные: на жестком основании и т.д.
8	7	1		платы печатные на жестком основании с контуром в плане прямолинейным: с печатными проводниками, односторонние
8	7	2		с печатными проводниками, двусторонние
8	7	3		с печатными схемами, односторонние:
8	7	3	1	шириной, мм: до 20 вкл.
8	7	3	2	св. 20 до 30 вкл.
8	7	3	3	св. 30 до 50 вкл.
8	7	3	4	св. 50 до 80 вкл.
8	7	3	5	св. 80 до 125 вкл.
8	7	3	6	св. 125 до 200 вкл.
8	7	3	7	св. 200
8	7	4		платы печатные с печатными схемами, двусторонние
8	7	5		платы печатные с печатными элементами

Примечание. П—подкласс, С—сектор, Т—тип, В—вид.

торские свидетельства, сайты Интернет и др. При этом необходимо давать ссылки на источники информации.

Как правило, описывают несколько вариантов методов или путей достижения цели проекта, проводят сравнительный анализ их достоинств и недостатков. На основании этого анализа выбирают направление, реализуемое в данном проекте. В рамках этого направления приводят необходимые фундаментальные положения, включающие формулы, уравнения, графики или таблицы. Количественные расчеты в данном разделе обычно не проводят либо дают в виде общих оценок.

Завершают первый раздел выводами, в которых отражают результаты анализа и выбирают путь решения поставленной задачи (метод измерения, способ построения системы или устройства, тип антенны и др.).

Рекомендуемый объем первого раздела — **15...20 страниц**.

Второй раздел посвящают разработке принципов построения устройства или системы.

Для радиоэлектронного устройства или системы отражением принципа действия является структурная схема, для антенны — конфигурация излучающей структуры с указанием способа ее возбуждения и основных геометрических параметров. Принцип действия, как правило, выбирают из двух-трех возможных вариантов реализации выбранного в первом разделе направления разработки на основании сравнительного анализа их достоинств и недостатков.

Если структурная схема носит укрупненный характер, то на ее основе разрабатывают функциональную схему, в которой выделяют основные функциональные узлы и связи, необходимые для полного описания принципа действия устройства или системы. Описания структурной и функциональной схем сопровождают графическими материалами и таблицами, поясняющими принцип действия. При необходимости проводят расчеты основных характеристик устройства или системы.

Поскольку функциональная схема отличается от структурной делением на технически реализуемые узлы, в разделе приводят оценки требований к параметрам узлов: количеству каскадов; коэффициентам усиления; входным и выходным сопротивлениям, выходной мощности; погрешности измерений и др.

В тексте раздела можно приводить критический анализ заимствованных решений, но не полную копию первоисточника: при необходимости такая копия или выписка из первоисточника приводится в дополнительном приложении.

Рекомендуемый объем второго раздела — **10...15 страниц**.

В **третьем разделе** разрабатывают принципиальную схему устройства или системы. Разработка принципиальной схемы включает выбор схемотехнических вариантов реализации функциональных узлов и элементной базы. После разработки конфигурации принципиальной схемы приступают к ее расчету, объем которого согласовывается с руководителем

к ее расчету, объем которого согласовывается с руководителем проекта. В случае использования ранее разработанных, типовых, а также покупных функционально законченных узлов их расчеты можно не проводить. Для подтверждения результатов расчетов рекомендуется приводить данные моделирования функциональных узлов в одном из пакетов прикладных программ.

Если предмет разработки — антенна, то данный раздел обычно посвящают подробным расчетам, по результатам которых выбирают все принципиальные геометрические характеристики антенны или ее макета (макетов), выбору содержания и методик экспериментальных исследований, анализу результатов экспериментов.

Если для выполнения расчетов на компьютере составлялись собственные программы, то в тексте раздела приводятся необходимые пояснения или алгоритмы, а также результаты расчетов. Тексты программ следует размещать в приложениях.

Рекомендуемый объем третьего раздела — **20...30 страниц**.

4.4. Конструкторско-технологический раздел

В данном разделе проекта должны быть отражены следующие вопросы, которые рекомендуется оформлять как подразделы с конкретными названиями:

- анализ условий проектирования;
- выбор общей компоновки разрабатываемого устройства;
- разбиение принципиальной схемы на схемы конструктивных единиц;
- выбор конкретных конструктивных решений, конструкторские расчеты;
- расчет показателей надежности;
- выбор и описание технологического процесса.

Для проектов, в которых предметом разработки не являются схемотехнические решения (например, проектируется антенна), задачи разбиения схемы и расчета показателей надежности не ставятся. Вместо них более углубленно рассматриваются вопросы обеспечения прочности и устойчивости к ветровым и гололедным нагрузкам, обеспечения атмосферостойкости (прежде всего выбор материалов и покрытий), электрической прочности и т.п.

При **анализе условий проектирования** необходимо перечислить требования к условиям эксплуатации устройства, вытекающие из технического задания, дополненные на основании стандартных требований к конкретным классам аппаратуры (см. [1], а также приложение Б).

Далее следует выделить дополнительные условия проектирования, если они существенны. Такими условиями могут быть:

Таблица И.2 — Описание составных частей

Пример описания	Примечание
Сазонов Д.М. Основы матричной теории антенных решеток / Д.М. Сазонов // Сб. научно-методич. статей по прикладной электродинамике. — М.: Высш. школа, 1983. — Вып. 6. — С.111—162.	<i>Сборник статей</i>
Беляев Б.Г. Поле в области Френеля / Б.Г. Беляев // Изв. Вузов : радиоэлектроника. — 1985. — Т.28. — №9. — С.8—13.	<i>Журнал</i>
Akaida H. Block matrix inversion / H. Akaida // SIAM Journal. — 1973. — Vol.21. — No 3. — P.234—241.	<i>Журнал</i>
Синтез реактивной нагруженной антенны / А.Ф. Чаплин, Д.М. Сазонов, Б.Г. Беляев, Б.А. Мишустин // Радиотехника. — 1979. — Т.34. — №3. — С.39—43.	<i>Более трех авторов</i>
Иванов А.И. О решении краевой задачи / А.И. Иванов ; АН УССР. — К., 1980. — 78 с. — Деп. в ИНИАН 15.01.83., №324765.	<i>Депонированная рукопись</i>

Таблица И.3 — Описание стандартов

Пример описания	Примечание
ГОСТ 7.1-2003. Библиографическое описание источников информации. — М. : Изд-во стандартов, 2003. — 76 с.	<i>Один стандарт</i>
Кабели радиочастотные:[Сборник]: ГОСТ 11 326.0-78, ГОСТ11 326.1-78 — ГОСТ11 326.92-78. — М.: Изд-во стандартов, 1982. — 447 с.	<i>Сборник стандартов</i>

Таблица И.1 — Описание книг

Пример описания	Примечание
Волин М.Л. Паразитные процессы в радиоэлектронной аппаратуре / М.Л. Волин. — М. : Радио и связь, 1981. — 296 с.	<i>Один автор</i>
Гелль П.П. Конструирование и микроминиатюризация радиоэлектронной аппаратуры / П.П. Гелль, Н.К. Иванов-Есипович. — Л. : Энергоатомиздат, 1984. — 536 с.	<i>Два автора</i>
Спокойный Ю.Е. Тепломассообмен в радиоэлектронной аппаратуре : лабораторный практикум / Ю.Е. Спокойный, В.В. Сибириков. — К. ; Одесса : Вышш. школа, 1988. — 224 с.	<i>Два автора, доп. сведения в заглавии</i>
Токарев М.Ф. Механические воздействия и защита радиоэлектронной аппаратуры / М.Ф. Токарев, Е.Н. Талицкий, В. Ф. Фролов. — М. : Радио и связь, 1984. — 244 с.	<i>Три автора</i>
Коротковолновые антенны / Г.З. Айзенберг, С.П. Белоусов, Э.М. Журбенко, Г.А. Клигер, А.Г. Курашов ; под ред. Г.З. Айзенберга — М. : Радио и связь, 1985. — 536 с.	<i>Четыре и более авторов</i>
Справочник конструктора РЭА : общие принципы конструирования / Под. ред. Р.Г.Варламова. — М. : Сов. радио, 1980. — 480 с.	<i>Авторы не указаны</i>
Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Конструирование и технология радиоэлектронной аппаратуры» для студентов дневной и заочной форм обучения направления 0907 — «Радиотехника» / В.Г. Слезкин. — Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2006. — 44 с.	<i>Методические материалы</i>
Motorola Microchip Handbook / Motorola. — Б.М., Motorola, Б.Г. — 300 р.	<i>Место, год изд. неизвестны</i>
Савельев И.В. Курс общей физики : в 4 ч. Ч.1. Механика / И.В. Савельев. — М. : Изд-во МГУ, 1968. — 568 с.	<i>Том многотомного издания</i>
Макс Ж. Методы и техника обработки сигналов при физических измерениях : в 2 т. / Жорж Макс ; пер. с франц. — М. : Мир, 1983. — Т.1. — 312 с.— Т.2. — 256 с.	<i>Многотомное издание</i>

— характеристика конструкции образца-прототипа с целью выявить степень преемственности разрабатываемой конструкции по отношению к прототипу;

— анализ конструкций более высокого уровня, чем разрабатываемый, с целью установить требования на пределы габаритных размеров;

— указание об использовании базовой несущей конструкции определенного типа.

Результатом анализа всех рассмотренных условий могут быть соображения об основных чертах конструкции. Пример анализа приведен в приложении В.

Выбор **общей компоновки** разрабатываемого устройства производят, исходя из соображений преемственности конструкции, назначения устройства, условий размещения на объекте и других условий. Это может быть одноблочная или двухблочная конструкция, конструктивное оформление в виде стойки, вставного блока и т.д. Например, если проектируется передатчик диапазона ДМВ, устанавливаемый в помещении, то для снижения потерь мощности целесообразно применить двухблочную конструкцию: предварительный усилитель разместить в одном корпусе, а оконечный усилитель — в другом корпусе вблизи антенны.

Здесь же следует определиться с видами корпусов, основными материалами для них, способами влагозащиты и т.д.

При **разбиении принципиальной схемы** на схемы конструктивных единиц необходимо привести соображения по выделению в схеме элементов, выносимых на лицевую панель или шасси (например, крупногабаритных, требующих радиатора, элементов контроля и регулировки и т.п.). Следует решить вопрос о количестве печатных плат и об исполнении внешних соединений: через разъем (соединитель) или через контактные точки.

При выборе числа печатных плат нужно учитывать, что с увеличением их количества снижается надежность и возрастает опасность паразитных связей из-за увеличения числа межблочных соединений, но зато можно разделить конструктивно разнородные узлы, узлы с различным характером или уровнем сигналов, можно повысить ремонтпригодность устройства.

После выбора конструктивного деления схемы приступают к расчету и выбору основных массогабаритных параметров изделия в следующем порядке:

— выполняют расчет суммарных установочных и общих площадей элементов, размещаемых на каждой печатной плате и на шасси (общая площадь равна установочной площади плюс площадь соединений и площадь резервных зон, на которые обычно выделяют от 50 % до 80 % от установочной площади);

— выбирают габаритные размеры печатных плат (приложение Г);

— выполняют (при необходимости) выбор и расчет системы обеспечения теплового режима [4];

— оценивают необходимость в системе амортизации [4], выполняют ее расчет либо предлагают другие меры по обеспечению механической прочности;

— выбирают способ размещения печатных плат внутри корпуса и места для размещения остальных элементов на шасси корпуса, определяют площадь и размеры шасси;

— с учетом высоты наибольшего элемента выбирают высоту корпуса;

— определяют внешние габариты корпуса с учетом толщины стенок и размеров элементов установки корпуса (например, ножек для установки на столе);

— оценивают массу всего изделия по суммарной массе элементов конструкции.

Данные для расчетов и оценок удобно получать, сведя основные электрические и конструктивные характеристики элементной базы в таблицу (см. пример — таблицу 4.1). Установочные площади следует указывать с учетом выбора способа установки элемента и формовки выводов. Если на плату крепятся, например, радиаторы мощных транзисторов, то установочную площадь следует определять с учетом размеров радиаторов.

Таблица 4.1 — Пример оформления характеристик элементной базы

Наименование	Кол. шт.	Конструкционные параметры				Парам. внешних воздействий		
		Масса, г.	Установ. площадь, мм ²	D_v , мм	Диапазон темпера- тур, град. С	Вибрация		Удар
						f , Гц	n , ед. g	n , ед. g
Транзисторы: КТ315В	10	0,18	25	0,7	–60...100	600	10	25
КТ801А	1	4	380	0,8	–40...85	600	7,5	7,5
Диоды: КД223	10	0,55	100	0,8	–60...100	100	10	75
Д226	14	2	350	0,8	–60...80	250	15	150

Примечание. D_v — диаметр выводов; f — частота; n — перегрузка.

Затем выполняют выбор вида **печатного монтажа** (обычный или планарный) и его параметров.

ПРИЛОЖЕНИЕ И

(обязательное)

Библиографическое описание источников информации

В стандартах по библиотечному делу (ГОСТ 7.1-2003, ГОСТ 7.1-84 и других) библиографическое описание литературных источников предусматривает обязательные и факультативные элементы, поэтому, в соответствии с целью применения описания, один и тот же источник может быть описан с разной степенью детализации и полноты. Необходимы лишь такие сведения, чтобы источник однозначно идентифицировался.

В описании допускаются общепринятые сокращения слов.

Сокращаются только названия следующих мест издания:

Москва — М., Ленинград — Л., Санкт-Петербург — СПб., Киев — К.

Описание содержит следующие элементы:

— сведения об авторе (авторах), которые приводятся в начале описания, если авторов не более трех;

— заглавие, причем параллельное заглавие (например, на иностранном языке) отделяется от основного знаком « = », а дополнительные сведения (например, название серии) приводятся после двоеточия со строчной буквы;

— сведения об ответственности, которые отделяются от заглавия знаком « / »: это могут быть автор, авторы, ответственное лицо (составитель, редактор, переводчик и т.п.) или организация (фирма);

— если описываемый источник является составной частью (напр., статьей из журнала), то описание группового источника отделяется знаком « // »;

— выходные данные отделяются знаками « . — » и содержат сведения о месте издания, издательстве, годе издания и числе страниц.

Описание информации, полученной из сети Интернет, следует выполнять, как в приведенном ниже примере.

Microchip MAX232 : technical description / MAXIM. —
www.maxim.com. — 01.01.2005.

Примечание. Указывается дата извлечения информации с сайта.

Примеры описания источников различных видов приведены в таблицах И.1 — И.3.

Продолжение таблицы Ж.2

Наименование и содержание операции	Инструменты и оборудование	Примечание
<u>2. Измерительная.</u> Изменяя частоту выходного сигнала генератора в пределах от 10 Гц до 30 кГц и подбирая пределы показаний вольтметра, снять амплитудно-частотную характеристику усилителя.	Генератор, вольтметр.	Не менее 4 точек на декаду, с частотами, кратными 1; 2; 3; 5.
...	...	...
<u>Н. Заключительная.</u> Оформить документацию. Занести результаты контрольно-настроечных операций в формуляр. Составить заключение.	—	—

В качестве материала для печатных плат используют, в основном, фольгированный стеклотекстолит: для односторонних плат — односторонний (обозначается как СФ-1), а для двусторонних плат — двусторонний (СФ-2). Фольга у этого материала может иметь толщину 35 мкм или 50 мкм. При выборе толщины фольги нужно помнить, что более толстая фольга допускает больший ток, но менее прочно сцепляется с подложкой. При выборе толщины основания платы ориентируются на ряд значений: 0,8; 1; 1,5; 2; 2,5; 3 мм. Для плат средних размеров (примерно до 250 x 250 мм) рекомендованная толщина основания составляет 1,5 мм.

Полное обозначение материала содержит его марку, толщину фольги в микрометрах и толщину основания в миллиметрах, например: «Стекло-текстолит СФ-1-35-1,5 ГОСТ 10316-78».

Для координации отверстий и проводящего рисунка печатных плат применяют координатная сетка с шагом, выбираемым из стандартного ряда: 0,5; 0,625; 1,25; 2,5 мм. Шаг сетки следует выбирать так, чтобы скоординировать максимальное число отверстий под выводы элементов.

Диаметры монтажных отверстий под выводы элементов выбирают на 0,2...0,4 мм больше диаметров выводов конкретного элемента. Вокруг монтажных отверстий предусматривают контактные площадки круглой, квадратной или вытянутой формы (в узких местах), причем форма контактной площадки для вывода номер 1 многвыводного элемента должна отличаться от формы остальных площадок. Рекомендуются следующие диаметры отверстий и минимальные диаметры контактных площадок (таблица 4.2).

Таблица 4.2 — Рекомендуемые диаметры контактных площадок

Диаметр отверстия, мм	0,5 ^{+0,1}	0,8 ^{+0,1}	1,0 ^{+0,12}	1,3 ^{+0,12}	1,8 ^{+0,12}	2 ^{+0,2}
Диаметр площадки, мм	2,0	2,3	2,5	2,8	3,3	3,5

Контактные площадки базовых отверстий (например, отверстий под вывод №1 микросхемы) часто выполняют квадратными. В этом случае следует ориентироваться на площади соответствующих круглых контактных площадок.

При планарном монтаже используют безвыводные элементы, элементы с «балочными» и планарными выводами. Для них размеры контактных площадок следует выбирать согласно рекомендациям разработчиков элементной базы из справочной документации.

Ширину проводников выбирают, исходя из допустимой плотности тока $J = 25 \text{ А/мм}^2$.

Пример.

Минимальная ширина проводника b для тока $I = 0,5 \text{ А}$ при толщине фольги $\tau = 50 \text{ мкм} = 0,05 \text{ мм}$ равна

$$b = \frac{I}{J\tau} = \frac{0,5}{25 \cdot 0,05} = 0,4 \text{ мм.}$$

Для реализации выбирают ширину проводников из рекомендованного ряда: 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2 мм. Ширину 0,2 мм и менее использовать для плат с невысокой плотностью монтажа не рекомендуется. Проводники следует выполнять по возможности более широкими для снижения уровня кондуктивных наводок и повышения надежности монтажа.

Ширину зазоров между проводниками выбирают так, чтобы обеспечить необходимую электрическую прочность. Для стеклотекстолита допустимое удельное напряжение $E_{\text{доп}}$ составляет 1000 В/мм.

Пример.

Минимально необходимая ширина зазора z при напряжении питания $E = 40$ В составляет

$$z = \frac{E}{E_{\text{доп}}} = \frac{40}{1000} = 0,04 \text{ мм.}$$

При ширине зазора 0,2 мм и менее трудно избежать замыканий между проводниками при изготовлении плат, поэтому ширину зазоров менее 0,4 мм выбирать не рекомендуется.

Размещение элементов на плате и способов их закрепления выбирают, стремясь обеспечить:

- минимально возможный уровень взаимных наводок;
- тепловой режим;
- высокую ремонтпригодность, высокую технологичность сборки, достаточную устойчивость к механическим воздействиям;
- удобство регулировки подстроечных элементов, удобство замены подбираемых элементов.

Примечание. Подбираемые элементы обычно располагают на стойках (лепестках), чтобы монтаж не повреждался при перепайке, а подстроечные элементы ориентируют так, чтобы обеспечивался удобный доступ при регулировке.

Существуют документы, в которых приводятся рекомендации по установке элементов в различных вариантах (приложение Д).

При выборе рисунка электрических соединений (разводки), стремятся обеспечить минимум суммарной длины связей, возможность изготовления автоматизированным способом (изгибы под прямыми углами или, в крайнем случае, под углами 45° и т.д.). Линии электрических соединений прокладывают на возможно большей протяженности по линиям координатной сетки.

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж
(рекомендуемое)

Пример оформления технологического процесса в конструкторско-технологическом разделе

После сборки усилителя проводятся его контроль и настройка. Комплектовочная карта рабочего места настройщика приведена в таблице Ж.1, маршрутная карта — в таблице Ж.2.

Таблица Ж.1 — Комплектация рабочего места

Наименование	Тип, марка	Кол., шт.	Примечание
Генератор НЧ	ГЗ-102	1	От 10 Гц до 100 кГц
Вольтметр переменного тока	ВЗ-33А	1	От 0,1 мВ до 30 В
Нагрузка эквивалентная	НЭ-4-50	2	4±0,2 Ом, мощность не менее 50 Вт
Отвертка	100 × 3 × 0,5	1	
Зажимы «крокодил»	—	4	
Щуп	—	2	
Кабель соединительный	—	3	Для соединения выхода генератора и подключения нагрузок

Таблица Ж.2 — Последовательность операций

Наименование и содержание операции	Инструменты и оборудование	Примечание
<u>1. Подготовительная</u> Собрать измерительную схему. Соединить выход генератора с помощью кабеля и щупов с входом исследуемого фильтра. Подключить к выходам усилителя нагрузки. Соединить вольтметр с выходом исследуемого канала. Установить на генераторе частоту 1 кГц, уровень входного сигнала 100 мВ. Установить пределы показаний вольтметра 30 В.	Генератор, вольтметр, зажимы, щупы, кабели соединительные, нагрузки.	—
<u>2. Контрольная.</u> Включить приборы и усилитель. Убедиться в работоспособности усилителя: напряжение на нагрузке должно быть не менее 10 В.	Вольтметр.	—

Таблица Е.6 — Поправочные коэффициенты $a(t_i, K_{hi})$

Наименование	t_i , °C	Коэффициент нагрузки K_{hi}					
		0,3	0,5	0,7	0,8	0,9	1,0
Резисторы	20	0,26	0,42	0,6	0,72	0,84	1,0
	30	0,34	0,51	0,75	0,88	1,07	1,26
	40	0,42	0,6	0,94	1,11	1,38	1,71
	60	0,57	0,82	1,43	1,7	2,17	2,81
	80	0,71	1,07	2,07	2,48	3,31	4,4
	100	0,87	1,32	2,77	3,6	4,9	6,7
Конденсаторы керамические, бумажные	20	0,06	0,1	0,23			
	30	0,07	0,11	0,27			
	40	0,07	0,13	0,35			
	60	0,1	0,2	0,62			
	80	0,17	0,43	1,46			
	100	0,55	1,36	3,4			
Конденсаторы электролитические алюминиевые	20	0,65	0,4	0,65			
	30	0,82	0,48	0,82			
	40	1,24	0,64	1,24			
	60	2,3	1,8	2,2			
	80	7,0	4,4	7,0			
	100	18,0	9,0	18,0			
Катушки индуктивности, трансформаторы, дроссели.	20	0,1	0,1	0,3	0,6	0,8	1,0
	30	0,1	0,2	0,6	1,0	1,4	1,6
	40	0,1	0,2	1,2	1,8	2,4	3,0
	50	0,2	0,3	1,8	2,8	4,0	5,2
	60	0,2	0,4	2,5	4,1	6,4	8,6
	70	0,3	0,6	4,2	7,2	10,7	14,0
Полупроводниковые приборы германиевые	20	0,22	0,39	0,62	0,74		
	30	0,26	0,45	0,66	0,79		
	40	0,32	0,51	0,76	0,91		
	50	0,45	0,76	1,15	1,41		
	60	0,66	1,13	1,75	2,13		
	70	0,80	1,40	2,05	2,35		
Полупроводниковые приборы кремниевые	20	0,13	0,35	0,52	0,63		
	40	0,2	0,4	0,59	0,72		
	60	0,22	0,5	0,71	0,85		
	80	0,25	0,66	0,78	1,24		

Для расчета **показателей надежности** рекомендуется следующая методика.

1) Оценивают коэффициенты электрической нагрузки K_n элементов схемы.

Для мощных транзисторов и резисторов, данные для которых можно получить на основании принципиальной схемы из значений питающих напряжений, следует привести расчет K_n , для остальных — задаться реальными значениями K_n в рекомендуемых пределах: резисторы — 0,3...0,5; конденсаторы — 0,5...0,8; транзисторы — 0,6...0,9; микросхемы — 1,0 и т.д.

2) Выбирают распределение рабочих температур элементов.

Следует полагать, что теплонагруженные элементы (выходные транзисторы, силовые трансформаторы, резисторы с повышенной рассеиваемой мощностью) работают при температуре, на 10 °...20 ° ниже своей предельно допустимой. При этом температура остальных элементов может быть на 10 °...20 ° выше максимальной температуры окружающей среды.

3) Выполняют расчет интенсивности отказов элементов λ_i с учетом их количества, электрического, теплового режима и условий эксплуатации по формуле

$$\lambda_i = a_i(K_{hi}, t_i) \lambda_{i0},$$

где λ_{i0} — справочное значение интенсивности отказов i -го элемента при $K_{hi}=1$ и нормальных условиях;

a_i — поправочный коэффициент, учитывающий температуру элемента t_i и значение коэффициента его электрической нагрузки K_{hi} .

Рассчитывают суммарную интенсивность отказов изделия Λ

$$\Lambda = k_1 k_2 k_3 k_4 \sum_{i=1}^m N_i \lambda_i,$$

где k_1, k_2, k_3, k_4 — поправочные коэффициенты, учитывающие условия эксплуатации изделия;

m — число групп однотипных элементов, имеющих одинаковый электрический и тепловой режим;

N_i — число однотипных элементов в каждой группе.

Вначале следует найти конкретные значения поправочных коэффициентов k_1, k_2, k_3, k_4 , используя справочные данные (приложение Е). Затем нужно составить таблицу для исходных данных и промежуточных результатов расчетов (форма таблицы приведена в приложении Е), с ее помощью найти значение Λ .

По полученным данным следует оценить другие интегральные показатели надежности:

— среднее время наработки на один отказ t_{cp} из соотношения

$$t_{cp} = \frac{1}{\Lambda};$$

— вероятность безотказной работы $P(t)$ для контрольного значения наработки $t_k = 1000$ ч., используя формулу

$$P(t) = \exp(-\Lambda t);$$

— наработку $t_{0,9}$ до значения вероятности безотказной работы $P(t_{0,9}) = 0,9$:

$$t_{0,9} = -\frac{\ln 0,9}{\Lambda} = -t_{\text{ср}} \ln 0,9 = 0,105 t_{\text{ср}}.$$

В качестве **технологического процесса** следует выбрать наиболее существенный, характерный для данного изделия процесс. Процессы общего назначения, например, процесс изготовления печатной платы, брать не рекомендуется. Процесс сборки печатного узла можно описывать, если он имеет характерные особенности, например, в новой разработке применяется планарный монтаж в отличие от обычного печатного монтажа, использованного в прототипе. Предпочтительнее описывать процесс контроля и настройки разрабатываемого устройства.

Описание технологического процесса включает сведения о комплектации рабочего места (необходимые инструменты, приборы, приспособления и материалы) и сведения о наименовании, содержании и особенностях выполнения каждой операции, включая перечисление оборудования и приспособлений, используемых для каждой операции. Оформлять технологический процесс можно на стандартных бланках, содержащих титульный лист, комплектовочную и маршрутную карты. В этом случае описание технологического процесса оформляется как приложение к пояснительной записке. Допустимо описывать технологический процесс в виде текста или таблиц произвольной формы непосредственно в тексте раздела. В этом случае таблицы (приложение Ж) не следует называть картами, так как они не имеют стандартной формы.

4.5. Остальные составные части пояснительной записки

Разделы технико-экономического обоснования, охраны труда и окружающей среды, защиты объектов и персонала в чрезвычайных ситуациях выполняют на основе требований и методических указаний, разрабатываемых соответствующими кафедрами.

Перечень ссылок составляется в порядке очередности, в которой ссылки встречаются в тексте, либо в алфавитном порядке. Сведения об источниках информации оформляются с учетом требований действующих стандартов по библиотечному делу (приложение И).

Обязательными **приложениями** являются текстовые документы к чертежам: перечни элементов к принципиальным схемам, спецификации к сборочным чертежам.

В качестве дополнительных **приложений** можно приводить

Таблица Е.4 — К расчету интенсивностей отказов элементов

$$k_1 = \dots ; k_2 = \dots ; k_3 = \dots ; k_4 = \dots$$

Наименование, тип	N_i	$\lambda_{i0} \cdot 10^6, \frac{1}{\text{ч}}$	K_H	$t_{is}, ^\circ\text{C}$	a_i	$\lambda_i \cdot 10^6, \frac{1}{\text{ч}}$	$N_i \lambda_i \cdot 10^6, \frac{1}{\text{ч}}$
Резисторы С2-23-0,25	6	0,05	0,3	60	0,57	0,0285	0,171
СПЗ-21	1	0,15	0,3	60	0,57	0,0855	0,0855
...							
Сумма							...
$\Lambda =$							...

Таблица Е.5 — Средние интенсивности отказов некоторых элементов

Наименование	$\lambda_{i0} \cdot 10^6, \frac{1}{\text{ч}}$	Наименование	$\lambda_{i0} \cdot 10^6, \frac{1}{\text{ч}}$
Резисторы постоянные до 0,5 Вт	0,05	Диоды кремниевые	0,2
Резисторы постоянные 1...2 Вт	0,12	Транзисторы кремниевые маломощные	0,8
Резисторы переменные	0,09	Транзисторы кремниевые мощные	1,2
Резисторы подстроечные	0,15	Транзисторы германиевые	1,9
Конденсаторы бумажные	0,05	Реле (на 1 конт. группу)	0,25
Конденсаторы керамические	0,15	Реле герконовые (на 1 конт. группу)	0,04
Конденсаторы танталовые	0,035	Разъемы штепсельные (на 1 контакт)	0,06
Конденсаторы электролитические алюминиевые	0,135	Гнезда	0,01
Лампы накаливания	0,6	Провода соединительные	0,015
Трансформаторы сигналов	0,1	Пайки	0,01
Трансформаторы силовые	0,3	Аккумуляторы	7,2
Дроссели	0,34	Батареи гальванические	30
Катушки индуктивности	0,02	Микросхемы аналоговые	0,2
Переключатели кнопочные (на 1 контактную группу)	0,5	Микросхемы цифровые	0,12
Переключатели поворотные (на 1 контактную группу)	0,17	Микросхемы гибридные	0,3

ПРИЛОЖЕНИЕ Е (справочное)

Справочные данные к расчетам показателей надежности

Таблица Е.1 — Поправочные коэффициенты k_1, k_2 , учитывающие механические воздействия на неамортизированную аппаратуру

Условия эксплуатации	Вибрация, k_1	Удары, k_2	Комбинированные воздействия $k_1 k_2$
Лабораторные	1,0	1,0	1,0
Полевые	1,04	1,03	1,07
Корабельные	1,3	1,05	1,37
Автофургонные	1,35	1,08	1,46
Железнодорожные	1,4	1,1	1,54
Самолетные	1,46	1,2	1,65

Таблица Е.2 — Поправочный коэффициент k_3 : учет воздействия влажности и температуры воздуха

Относит. влажность, %	Температура, °C	k_3
60...70	20...40	1,0
70...90	20...25	2,0
90...98	30...40	2,5

Таблица Е.3 — Поправочный коэффициент k_4 : учет зависимости интенсивности отказов от высоты размещения аппаратуры

Высота, км	k_4	Высота, км	k_4
0...1	1,0	8...10	1,25
1...2	1,05	10...15	1,3
2...3	1,1	15...20	1,35
3...5	1,14	20...25	1,38
5...6	1,16	25...30	1,4
6...8	1,2	30...40	1,45

алгоритмы и распечатки программ, выписки из фирменных описаний микросхем, таблицы с результатами расчётов на компьютере, протоколы испытаний и другие важные материалы.

4.6. Графические материалы

Объем графических материалов в виде чертежей и плакатов должен составлять **от 5 до 7 листов** формата А1.

При этом рекомендуется следующее их содержание:

— **1-й лист:** плакат с информацией, поясняющей постановку и пути решения задач проекта. Могут быть приведены: структурная схема системы, для которой разрабатывается устройство; наиболее важные формулы, графики и таблицы к теоретической части проекта; диаграммы, поясняющие принцип действия и другая информация;

— **2-й лист:** чертеж структурной схемы устройства;

— **3-й лист:** чертеж функциональной схемы устройства (при необходимости);

— **4-й лист:** чертеж принципиальной схемы устройства;

— **5-й лист:** сборочный чертеж важнейшего узла устройства;

— **6-й лист:** чертеж общего вида устройства;

— **7-й лист:** плакат, содержащий таблицу технико-экономических показателей проектного решения и, при необходимости, график финансового профиля проекта.

Примечания.

1 Если разрабатываемое устройство — антенна, то на листах 2, 3 и 4 приводятся чертежи отдельных деталей и важнейших сборочных единиц, а также экспериментальные результаты в виде графиков и таблиц, как текстовый документ ЕСКД (шифр документа «ПЗ»).

2 Сборочный чертеж узла на печатном монтаже, как правило, приводится на всем поле формата А1. По согласованию с руководителем и консультантом по конструкторско-технологической части проекта можно совместить чертеж печатной платы формата А2 и сборочный чертеж узла формата А2 на одном листе.

5. ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

5.1. Общие указания

В основу приводимых ниже правил оформления положен стандарт Украины ДСТУ 3008-95 «Документация. Отчеты в сфере науки и техники», стандарты ЕСКД, относящиеся к текстовым документам и указания Книжной палаты.

Пояснительная записка оформляется на листах белой бумаги стандартного формата А4 (210 × 297 мм) с одной стороны листа. Записка

может быть написана от руки, напечатана на пишущей машинке или на принтере (компьютерный набор).

По краям листа должны быть оставлены поля: левое — 25 мм; верхнее и нижнее — 20 мм; правое — 15 мм. Абзацы в тексте начинаются с отступа 10 мм.

При **рукописном оформлении** текст пишется разборчивым почерком с одной стороны листа чёрными или фиолетовыми чернилами (пастой). Интервалы между заголовком и текстом, как предшествующим заголовку, так и следующим за ним, делаются не менее 15 мм. Расстояние между заголовками раздела и подраздела — 10 мм.

При **машинописном оформлении** текст печатается через 1,5 интервала, заголовки разделов и подразделов отделяются от текста пустой строкой.

При **компьютерном наборе** используется шрифт высотой от 12 до 14 пт, через 1,5 интервала. Заголовки разделов и подразделов отделяются от текста сверху и снизу дополнительными интервалами по 6 или 12 пт. Для этих заголовков можно применить полужирный шрифт.

Счет страниц — сквозной, начиная с титульного листа. Все страницы, кроме титульного листа и двух страниц задания, **нумеруются** в правом верхнем углу арабскими цифрами без каких-либо дополнительных знаков.

Опечатки, описки и графические неточности допускается исправлять подчисткой или закрасиванием белой краской и нанесением на том же месте верного текста (графики).

Терминология и определения должны соответствовать установленным стандартам и нормам научно-технической и справочной литературы. Изложение материала должно быть кратким, исключая возможность неоднозначного толкования. Сокращения слов в тексте не допускаются, за исключением общепринятых: и т.д. (так далее); и т.п. (тому подобное); и др. (другие); см. (смотри); разд. (раздел), п. (пункт); табл. (таблица); рис. (рисунок); стр. (страница); черт. (чертеж).

В тексте, таблицах и формулах необходимо соблюдать следующие требования к шрифтам:

- а) русские и греческие буквы набирать прямым шрифтом;
- б) латинские буквы набирать наклонным шрифтом (курсивом).

Исключение составляют набираемые прямым шрифтом символы операторов, например дифференциала d , оператора Лапласа p , мнимой единицы j или i , основания натурального логарифма e и стандартных функций, например, $\sin$, $\cos$, $\arctg$, $\lg$, $\ln$, sign и т.п.;

- в) в десятичных дробях целая часть отделяется запятой, а не точкой;
- г) нельзя путать разделительные символы:

1) дефис (знак «-» набирается на верхнем ряду основной клавиатуры) применяется **только** в тех словах, где он необходим (из-за,

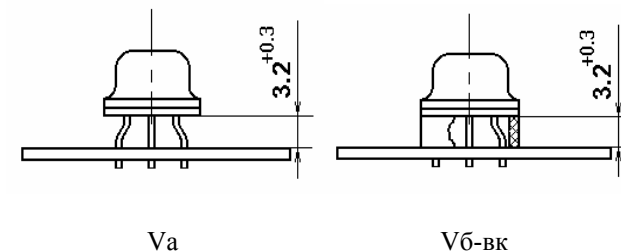


Рис. Д.5 — Варианты установки транзисторов

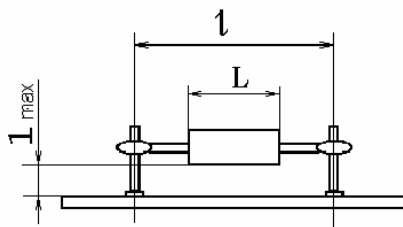
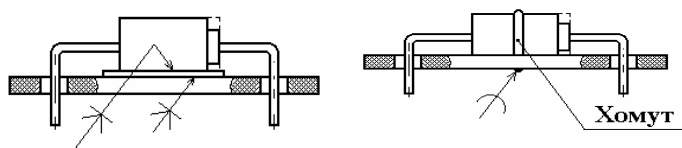


Рис. Д.2 — Вариант Пл установки ЭРИ на лепестках

Для элементов со значительными габаритами (например, электролитические конденсаторы), следует применять наклейку к плате через прокладку или крепление проволочным припаиваемым хомутом (рис. Д.3).



Ia-пк

Ia-х

Рис. Д.3 — Варианты установки ЭРИ с наклейкой и хомутом

Элементы с длинными выводами для особо жестких условий эксплуатации устанавливают на держатели (например, для диодов — по варианту Па-д, рис. Д.4).

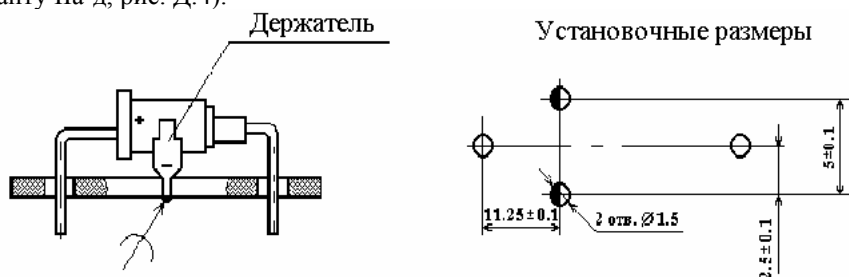


Рис. Д.4 — Установка элемента с применением держателя

Транзисторы в корпусах КТ-1, КТ-2 и КТ-3 устанавливают на выводы или через крепежную втулку (рис. Д.5).

кто-то и т.п.);

2) минус (знак «-» набирается сочетанием клавиш «Ctrl» + «-» на дополнительной цифровой клавиатуре) используется **только** в математических выражениях;

3) тире (знак «—» набирается сочетанием клавиш «Ctrl»+«Alt» + «-» на дополнительной цифровой клавиатуре) используется везде, где по правилам должно ставиться именно тире: как символ в перечислениях, как разделитель в библиографическом описании источников информации и т.п..

5.2. Структура пояснительной записки

Материал пояснительной записки разбивается на **разделы и подразделы**, а при необходимости подразделы разбиваются на пункты. Каждый раздел начинают с нового листа; подразделы и пункты приводят в непрерывном тексте. Если после заголовка следующего подраздела или пункта на листе помещается менее двух строк, то его следует начинать с нового листа.

Заголовки разделов, подразделов и пунктов должны быть краткими и соответствовать их содержанию. Переносы слов и подчеркивание в заголовках не допускаются. Заголовки пишутся без точки в конце. Между заголовками разделов и подразделов может находиться краткий обобщающий текст.

Заголовки разделов пишутся прописными (заглавными) буквами. В содержании эти же названия пишутся с заглавной буквы строчными буквами. Если заголовок включает несколько предложений, то их разделяют точками. Заголовки разделов выравнивают по центру строки.

Заголовки подразделов и пунктов следует начинать с абзачного отступа строчными буквами (кроме первой прописной).

Порядковые номера разделов, подразделов и пунктов обозначаются арабскими цифрами с точкой после каждой цифры, в том числе последней цифры (см. как пример нумерацию разделов и пунктов данных методических указаний). Не нумеруются введение, выводы, перечень ссылок.

Номер раздела состоит из одной цифры с точкой, соответствующей этому разделу.

Номер подраздела составляется из номера раздела и подраздела, разделенных точкой.

Номер пункта составляется из номера раздела, номера подраздела и номера пункта, разделенных точками.

Приложения нумеруются буквами А, Б, В и т.д., даже если приложение всего одно. Заголовок приложения оформляется в две строки строчными буквами с первой прописной посередине строки. В первой строке пишется, например, «Приложение А», а во второй — его содержательное название. Если приложение содержит стандартную форму, к которой невозможно добавить заголовок, то для заголовка выделяется отдельный лист.

5.3. Оформление отдельных частей текста и иллюстраций

Текст может содержать **перечисления**. Перед перечислением ставится двоеточие, пункты перечисления оканчиваются точкой с запятой. Пункты перечисления пишутся через тире или нумеруются строчными буквами с круглой скобкой. «Вложенные» перечисления нумеруются цифрой со скобкой.

Пример.

...данный метод обеспечивает следующие преимущества:

- меньшие энергозатраты при передаче информации;
- более высокую помехозащищенность:
 - 1) за счет оптимальной формы сигнала;
 - 2) за счет эффективного использования полосы частот.

Можно применять **примечания**, которые приводятся сразу после абзаца. Одно примечание не нумеруется, пишется сразу после слова «Примечание.» Если примечаний несколько, то они нумеруются цифрой без точки и каждое из них приводится с новой строки.

Пример.

Примечания.

- 1 При сохранении полярности напряжения следует ...
- 2 При изменении полярности следует ...

Допускаются **сноски**, которые нумеруются в пределах страницы цифрами со скобкой в виде верхнего индекса. Текст сносок приводится в конце страницы или после таблицы. Он отделяется от основного текста горизонтальной линией длиной 30...40 мм.

Пример.

...синхронизация¹⁾ достигается....

- 1) В пределах тактового интервала.

Рисунки должны быть достаточно высокого качества, четкими и разборчивыми. Оформлять рисунки допускается карандашом, подрисовочные подписи — черной пастой или чернилами (тушью). Нумерация рисунков должна быть двойной: первая цифра соответствует номеру раздела, а вторая — номеру рисунка в пределах раздела.

Ссылка на рисунок в тексте обязательна, например, «... в соответствии с рис. 1.1», «... как показано на рис.1.», «... имеет следующий вид (рис.1.1)». Рисунок располагают посередине страницы сразу после абзаца, в

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

(справочное)

Формовка выводов и крепление некоторых ЭРИ

Отраслевой стандарт ОСТ 4.010.030-83 предусматривает варианты установки многих стандартных ЭРИ.

Двухвыводные элементы малой массы типа резисторов и керамических конденсаторов могут быть установлены вплотную к плате по варианту Ia; при наличии электромонтажа под элементом повышенную механическую прочность обеспечивает крепление с «замковым» формированием выводов — вариант Па-21; для повышения плотности монтажа применяют вертикальное расположение элемента — вариант III-22.

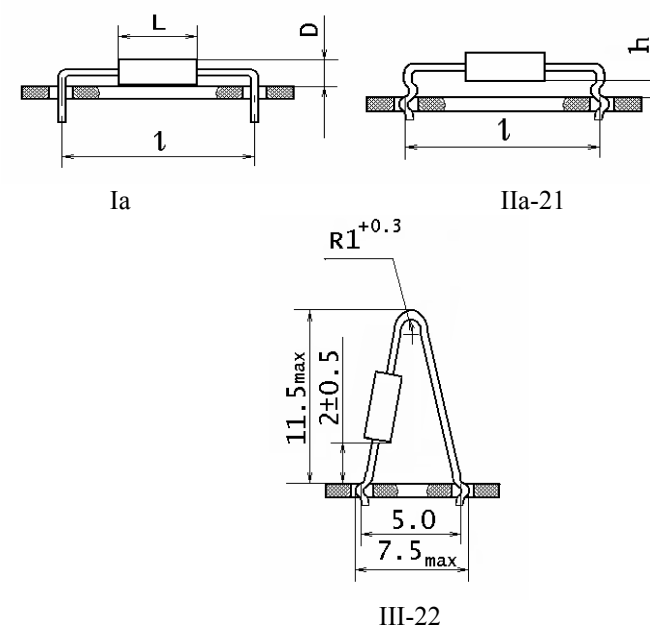


Рис. Д.1 — Варианты установки двухвыводных ЭРИ и их обозначения

Подбираемые элементы устанавливают на стойках или на лепестках (рис. Д.2).

Таблица Г.2 — Геометрические параметры корпусов

Обозначения	Типоразмер	L1, мм	L2, мм	L3, мм	Объем, дм ³	Масса максимальная, кг
Моноблок тип 1	—	434	490	225	47,5	38
Вставной каркас тип 1,2	1	370	400	215	31,5	30
	2	327	400	215	28	28
	3	327	320	215	22	25

Примечание: Каркас «тип 1»: ячейки вставляются в окно лицевой панели. Каркас «тип 2»: лицевая панель сплошная, ячейки вставляются через окно в задней панели.

Г.3. Типоразмеры ячеек аппаратуры средств связи по ОСТ В4.410.025-84

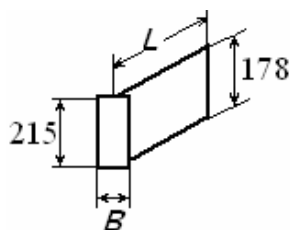


Рис. Г.2 — Внешний вид каркаса ячейки

Таблица Г.3 — Геометрические параметры каркасов

Типоразмер	B, мм	L, мм	
		тип 1	тип 2
1	11,5	252	327
2	19,5	252	327
3	22	252	327
4	29,5	252	327

котором дается первая ссылка на него. Если рисунок занимает целую страницу, то его приводят сразу после страницы с первой ссылкой. Такой рисунок может быть развернут на 90 ° относительно основного текста, но только влево (против часовой стрелки). При ссылке на рисунок, приведенный ранее, следует добавлять «см.», например: «см. рис.1.1».

Сокращение «Рис.», его номер и название, отделенное знаком «—» (тире) от номера приводятся *под полем* рисунка и пояснениями *по центру* страницы. Небольшой рисунок может не иметь названия, только номер. Если рисунок не помещается на одном листе из-за большого объема пояснений, то на первом листе приводится часть пояснений и название рисунка, а на следующих листах — остальные пояснения и подпись типа «Продолжение рис. 1.1». Если на одном рисунке приводятся два и более изображения, то сверху-слева от каждого подписывается обозначение изображения: а), б) и т.д. Названия этих изображений приводят, как правило, в названии всего рисунка, например: «Рис. 1.1 — Структурная схема приемника с одним (а) и двумя (б) преобразованиями частоты».

Графики зависимостей следует приводить либо на осях координат, либо в сетке. Оси должны иметь обозначения переменных и указания их размерностей (если они имеют конкретные размерности). Пример оформления приведен ниже (рис. 5.1).

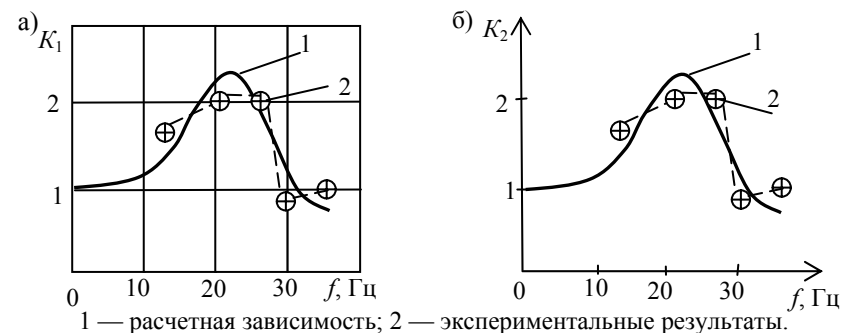


Рис. 5.1 — Пример оформления графиков на сетке (а) и в координатных осях (б)

Таблица приводится сразу после абзаца со ссылкой на нее, например: «...данные представлены ниже (таблица 1.1)». Таблицы должны иметь заголовки и двойную нумерацию арабскими цифрами в пределах каждого раздела. Номер таблицы должен состоять из номера раздела и порядкового номера таблицы в данном разделе, разделенных точкой. Заголовок приводится с абзачного отступа. Рамки и сетка таблицы могут выполняться простым карандашом или чёрной пастой.

Примерами оформления таблиц являются таблицы в настоящих методических указаниях.

Если таблица занимает несколько листов, то на других листах пишется только «Продолжение таблицы N.N», без названия. При этом заголовки граф повторяются или заменяются цифрами, в этом случае под первой строкой заголовков граф на первой странице выделяется строка с их номерами.

Формулы отделяют от текста пустыми строками сверху и снизу и располагают посередине строки. Каждой формуле должно предшествовать пояснение выполняемого вычисления. Формулы вписываются в текст тщательно и разборчиво, с чётким обозначением индексов и показателей степени. Формулы должны сопровождаться пояснениями буквенных обозначений, встречающихся в формуле впервые. Пояснения величин, входящих в формулу, приводятся под формулой, начиная со слова «где...» без абзацного отступа и двоеточия. При простановке знаков препинания формулы рассматриваются, как части предложения. Формулы, на которые делается ссылки в дальнейшем тексте, нумеруются двойной нумерацией арабскими цифрами. Номер формулы должен состоять из номера раздела и порядкового номера формулы в данном разделе, разделенных точкой, например, (3.2) — вторая формула третьего раздела. Номер формулы записывается справа от формулы в круглых скобках в конце строки. Номер многострочной формулы ставится против последней ее строки. Формулы, на которые в дальнейшем тексте ссылки не делаются, могут не нумероваться.

Расчеты по формуле можно приводить в той же строке, после знака равенства, либо в отдельной строке. Приводят все численные значения величин, даже если вычисления носят тривиальный характер (например, умножение на единицу). После знака равенства приводят окончательный результат с необходимой точностью. Размерность результата указывать обязательно, отделив от числа *пробелом*. Следует использовать основные или дробные единицы системы СИ, а также, как исключение, употребимые не-системные единицы. Написание единиц может быть либо международным, либо с использованием русских букв, но единообразным по всему тексту пояснительной записки.

Пример.
Напряжение U рассчитывается по формуле

$$U = I R,$$

где I — ток в цепи;
 R — сопротивление.
Подставляя известные значения, получаем

$$U = 1 \cdot 1 = 1 \text{ В.}$$

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(справочное)

Сведения о конструкциях со стандартизованными размерами

Г.1. Выбор размеров печатных плат

Для корпусов собственной конструкции рекомендуется размеры плат выбирать по ОСТ 4.010.020-83 (таблица Г.1). Для базовых несущих конструкций (БНК) ряды размеров печатных плат определяются по соответствующим стандартам.

Таблица Г.1 — Размеры печатных плат по ОСТ 4.010.020-83

Базовый размер, мм	Второй размер, мм
30	60
40	50 60 80 120
50	80 120
60	60 90 100 120
75	170
80	100 110 120
90	120
100	120
110	170
120	200
140	150 240
150	200
170	75 110 150 200 240 280

Примечание. Базовый размер выбирается по габаритам элемента, определяющего размер одной стороны платы (например, разъем). Второй размер определяется по расчетной площади и базовому размеру.

Г.2. Типоразмеры моноблока и вставных каркасов аппаратуры средств связи по ОСТ В4.410.025-84

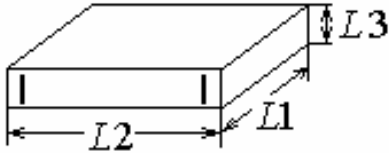


Рис. Г.1 — Внешний вид корпусов

Наиболее существенны требования к механической прочности антенны и узлу ее крепления как по устойчивости к вибрациям, так и по прочности при ветровых нагрузках. Обычно для оценок принимают предельную скорость ветра равной 35 м/с. Аэродинамическую силу рассчитывают по формуле [2]:

$$R = \frac{\rho v^2 c_x s}{2},$$

где ρ — плотность воздуха (на уровне моря $\rho = 1,225 \text{ кг/м}^3$),

v — скорость ветра, м/с,

c_x — коэффициент формы ($c_x \leq 1$),

s — площадь миделевого (наибольшего) сечения объекта, м^2 .

При выборе основных размеров и конструкции деталей данную силу мы будем учитывать. Выбор материалов и покрытий будем выполнять с учетом требования коррозионной стойкости, вытекающего из требований влагостойкости.

Ссылки на источник информации указываются в виде номера в квадратных скобках, например, [12].

5.4. Оформление конструкторско-технологического раздела

Данный раздел пояснительной записки оформляется на стандартных листах белой бумаги формата А4 с рамкой и основными надписями по ГОСТ 2.104-68: форма 2 (первый лист) и форма 2а (остальные листы).

Примечание. Форма 1 относится к **чертежам и схемам**, она имеет рамку высотой 55 мм. Форма 2 относится к **текстовым** документам, она имеет рамку высотой 40 мм. Форма 2а одинакова для всех видов документов, она имеет рамку высотой 15 мм.

На первом листе над графой с обозначением документа должна быть дополнительная графа высотой 8 мм, выполненная штриховой линией, с надписью «Дипломный проект» (рис. 5.2). Обозначение документа следует выполнять по ГОСТ 2.201-80 (см. ниже п. 6.2), классификационная характеристика определяется по классификатору ЕСКД (приложение К).

	ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ
	СНТУ.462376.001 ПЗ

Рис. 5.2 — Пример оформления верхней части основной надписи

В графе «Наименование» приводятся название разрабатываемого устройства и наименование документа: «Пояснительная записка» (рис. 5.3).

УСИЛИТЕЛЬ
Пояснительная записка

Рис. 5.3 — Пример заполнения графы «Наименование» на первом листе конструкторской части проекта

Листы конструкторско-технологического раздела имеют двойную нумерацию: в правом верхнем углу — сквозную по пояснительной записке, а в основной надписи — номер листа данной части.

6. ОФОРМЛЕНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

6.1. Общие положения

Плакаты выполняют в произвольной форме, но так, чтобы приводимые на них материалы были достаточно хорошо видны с расстояния 3...4 метра.

Обязательные чертежи и схемы выполняют с соблюдением общих правил ЕСКД, в частности, должны иметь основную надпись по ГОСТ 2.104-68, классификационную характеристику и шифр документа (если он предусмотрен стандартом). При заполнении графы «Наименование» основной надписи сначала пишут наименование детали, узла, изделия, а затем, если документ имеет шифр, то и наименование документа (рис. 6.1).

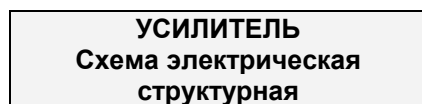


Рис. 6.1 — Пример заполнения графы «Наименование» для схемы электрической структурной

Схема электрическая структурная отражает принцип действия устройства и является единым документом.

Схема электрическая функциональная отражает возможность реализации устройства современными средствами электроники и является единым документом.

По схеме электрической принципиальной составляется два документа: изображение схемы и перечень элементов.

Чертеж детали является единым документом.

К чертежу сборочной единицы (узел, состоящий более чем из одной детали) как неотъемлемая часть прилагается спецификация.

Чертеж общего вида не требует спецификации, если состав изделия приведен на самом чертеже.

6.2. Обозначение документов

Обозначение документов, выполняемых по ЕСКД, должно соответствовать ГОСТ 2.201-80 и Классификатору ЕСКД (рис. 6.2).

AAAA.	NNNNNN.	NNN.	[XXX]
Код организации-разработчика (4 буквы)	Классификационная характеристика (6 цифр)	Порядковый регистрационный номер (3 цифры)	Шифр документа (2 — 3 буквы или цифры)

Рис. 6.2 — Структура обозначения документа по ГОСТ 2.201-80

ПРИЛОЖЕНИЕ В

(рекомендуемое)

Примеры анализа общих требований к конструкции

В1. Предмет разработки — радиоэлектронное устройство

Разрабатываемый приемный тракт судовой радиостанции ПВ/КВ диапазона входит в состав аппаратуры ГМССБ, устанавливаемой на морских судах. Весь аппаратный комплекс ГМССБ (та его часть, которая устанавливается в радиорубке) должен отвечать следующим эксплуатационным требованиям [1]:

а) теплоустойчивость:

- рабочая температура +25 °С;
- предельная температура +60 °С;

б) холодоустойчивость:

- предельная температура –40 °С;

в) виброустойчивость:

- частота 5...150 Гц;
- амплитуда виброускорения 59 м/с²;

г) влагуустойчивость:

- относительная влажность воздуха 93%;

д) воздействие инея, росы, дождя.

Дополнительное условие: аппаратный комплекс ГМССБ должен быть выполнен в виде блочно-модульной конструкции на основе базовой несущей конструкции «База-3м» по ОСТ В4.410.025-84.

Условия эксплуатации являются достаточно жесткими, поэтому разрабатываемая радиостанция должна иметь жесткий и прочный металлический корпус, должны быть приняты специальные меры влагозащиты. Внешний вид корпуса определяется требованиями к БНК заданного вида. При проектировании размеры корпуса определим на основании габаритных расчетов.

В2. Предмет разработки — антенна

Разрабатываемая антенна предназначена для работы в стационарных условиях, на открытом воздухе. Требования к таким устройствам [1]:

- предельные температуры: от –40 °С до +60 °С;
- виброустойчивость: частота 10...30 Гц, амплитуда виброускорения 19,6 м/с²;
- относительная влажность воздуха 93%;
- воздействие инея, росы, дождя, воздушно-пылевого потока.

Дополнительное условие: антенна должна иметь возможность установки на окне, балконе или крыше жилого дома.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(обязательное)
Данные о характеристиках внешних воздействий

Группа РЭА	$T_{\text{мин}},$ °C	$T_{\text{макс}},$ °C	ОВ %	Вибрация		АД, кПа	Дополнит. условия
				$F_{\text{н}}...F_{\text{в}},$ Гц	$a, \text{м/с}^2$		
Стационарная, отопл. помещ.	–40	+55	80	10...30	19,6	61	
Стационарная, откр. воздух	–40	+60	93	10...30	19,6	61	Иней, роса, дождь, пыль
Возимая, автомоб. транспорт	–40	+60	93	4...80	78,5	61	Иней, роса, дождь, пыль
Возимая, жел-дор. транспорт	–40	+60	93	2...100	19,6	61	Иней, роса, дождь, пыль
Судовая, большие суда	–40	+60	93	5...150	59	61	Иней, роса, дождь, пыль
Носимая для открытого воздуха	–40	+60	93	10...70	37	61	Иней, роса, дождь, пыль
Носимая для отопл. помещений	–40	+55	80	10...30	10,7	61	
Самолетная	–40	+60	10 0	5...2000	196	2	Иней, роса, дождь, пыль

Примечание. ОВ — относительная влажность воздуха, АД — атмосферное давление.

Код организации-разработчика следует взять СНТУ. Классификационная характеристика из 6 цифр определяется по Классификатору ЕСКД (имеется электронный классификатор в компьютерном классе кафедры; выписка содержится в приложении К).

Порядковый номер разработчик присваивает произвольно, в порядке возрастания номеров от 001, учитывая общий принцип: два разных документа не могут иметь одинаковые обозначения.

Шифр документа выбирают согласно определениям ЕСКД:

- схема электрическая структурная — Э1;
- схема электрическая функциональная — Э2;
- схема электрическая принципиальная — Э3;
- перечень элементов к схеме электрической принципиальной — ПЭ3;
- чертеж детали — нет шифра;
- сборочный чертеж — СБ;
- спецификация к сборочному чертежу — нет шифра;
- чертеж общего вида — ВО;
- пояснительная записка — ПЗ.

6.3. Оформление схем

Электрические схемы выполняют в соответствии с ГОСТ 2.701-84, 2.702-75, 2.710-81 и другими стандартами этой группы [5].

При изображении схемы электрической структурной следует особое внимание обратить на следующие моменты:

- размеры прямоугольников, отображающих составные части, выбирают произвольно, но количество выбранных типоразмеров должно быть минимальным;
- желательно надписи в прямоугольниках выполнять без сокращений, кроме общепринятых;
- на функциональных схемах допускается изображать наиболее важные элементы принципиальной схемы, в этом случае применяются соединительные линии со стрелками, указывающими направления обработки сигналов;
- элементы, являющиеся по отношению к данной схеме внешними (например, источник сигнала, внешняя антенна и т.п.), не показывают, но на них должны указывать линии, рядом с которыми подписывают, откуда или куда поступает сигнал (например, «От антенны»; «К нагрузке»);
- желательно рядом с линиями подписывать или изображать в виде символов или пиктограмм характер сигнала (например, форму сигнала, значение основной частоты и т.п.).

Схема электрическая принципиальная является основным документом, определяющим состав изделия. Это, в частности, означает, что на ней должно быть отражено конструкторское деление схемы: элементы на всех печатных платах, на шасси, на лицевой панели; все внутренние и

внешние проводники (например, сетевой шнур с вилкой). Если на лицевой панели предусматриваются поясняющие надписи, то их содержание (словесное либо символическое) должно быть нанесено на схему против соответствующих схемных элементов в кавычках, например, «Вкл.»; «».

Если не все элементы располагаются на плате, то часть схемы, относящаяся к плате, обводится ограничительной штрих - пунктирной линией. Точки пересечения этой линии с линиями электрических соединений выделяются и нумеруются сквозной нумерацией, если предполагается соединение вынесенных элементов с платой через контактные точки. В случае, когда вынесенные элементы соединяются через разъем, изображение разъема (таблица) выполняется вплотную к ограничительной линии.

Если схема содержит участки одинаковой конфигурации, то достаточно изобразить только один такой участок. В этом случае он обводится штрих - пунктирной линией, ему присваивается обозначение функционального узла с двойной нумерацией, например, A1.1 (первая цифра — тип узла, вторая цифра — номер узла). Элементы, его составляющие, нумеруются двойной нумерацией: первая цифра отображает номер узла, затем — обычное обозначение, например, 1R1, 1R2 и т.д. Внутренняя структура остальных узлов не прорисовывается; они изображаются прямоугольниками, ограниченными штрих - пунктирной линией, над которыми приводятся их обозначения (A1.2, A1.3 и т.д.). Размеры прямоугольников выбираются так, чтобы была понятной структура внешних соединений.

При введении повторяющихся частей схемы несовпадение отдельных номиналов отображают в перечне элементов (таблица 6.1).

Таблица 6.1 — Пример оформления перечня повторяющихся элементов

Поз.	Наименование	Кол.	Примечание
A1.1...A1.10	Фильтры полосовые	10	
1R1...10R1	Резистор C2-23-0,25 Вт -1кОм-10%	10	
1C1	Конденсатор K10-7B-33 пФ-10%-M120	1	
2C1	Конденсатор K10-7B-37 пФ-10%-M120	1	
...	...		

Здесь предполагается, что всего узлов — 10, резисторы 1R1...10R1 — одинаковые, а конденсаторы 1C1, 2C1...10C1 имеют различные номиналы.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(рекомендуемое)

Пример написания введения

Формулировки	Комментарий
Эффективное функционирование торгового морского флота невозможно без обеспечения безопасности мореплавания и охраны человеческой жизни на море. При решении этих задач используются возможности береговых радиостанций морской подвижной службы.	Область применения с точки зрения хозяйственных проблем. Объем: 2 — 4 фразы
Для обеспечения электромагнитной совместимости передатчик и приемник разнесены территориально. При этом возникает проблема дистанционного контроля параметров удаленных устройств, которая может быть решена путем применения телеметрической радиосистемы. Такие фирмы, как ..., выпускают отдельные компоненты радиотелеметрических систем, но они весьма дороги. Отечественная промышленность необходимых систем телеметрии не выпускает.	Краткий анализ состояния вопроса. Желательно указать конкретные ведущие фирмы или организации. В обязательном порядке должна быть критика существующего уровня как обоснование необходимости данной конкретной разработки. Объем: около половины страницы
Целью настоящего дипломного проекта является разработка радиотелеметрической системы для контроля параметров удаленных радиоустройств.	Что проектируется и для чего; без излишних подробностей типа числовых данных.
Для достижения данной цели в проекте решаются следующие задачи: — выполняется анализ методов построения систем дистанционного управления; — производится выбор и обоснование структурной схемы системы; — выполняется выбор и расчет принципиальной схемы; — решаются конструкторско - технологические вопросы; — производится технико-экономическое обоснование проектируемой системы; — производится анализ охраны труда и окружающей среды при производстве системы.	Формулируются все решаемые задачи, включая задачи для неосновных разделов. Нельзя применять стиль лозунга без глаголов или с глаголами в неопределенной форме (сделать, рассчитать и т.п.). Нужно использовать глаголы в настоящем времени: глаголы в прошедшем времени указывают на то, что все задачи уже решены и делать ничего не надо.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Парфенов Е.М. Проектирование конструкций радиоэлектронной аппаратуры: учеб. пособие для вузов / Е.М. Парфенов, Э.Н. Камышная, В.П. Усачов. — М.: Радио и связь, 1989. — 272 с.
2. Справочник конструктора РЭА: общие принципы конструирования / Под. ред. Р.Г. Варламова. — М.: Сов. Радио, 1980. — 480 с.
3. Применение базовых несущих конструкций при проектировании радиоэлектронной аппаратуры: методическое пособие / В.Г. Слезкин. — Севастополь: Изд-во СПИ, 1990. — 38 с.
4. Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Конструирование и технология радиоэлектронной аппаратуры» для студентов дневной и заочной форм обучения направления 0907 — «Радиотехника» / В.Г. Слезкин. — Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2006. — 44 с.
5. Усатенко С.Т. Графическое изображение электрорадиосхем : справочник / С.Т. Усатенко, Т.К. Каченюк, М.В. Терехова. — К. : Техника, 1986. — 113 с.

6.4. Выполнение чертежей печатной платы и узла на печатном монтаже

6.4.1. Чертеж печатной платы

Поле чертежа должно содержать:

- основную надпись по ГОСТ 2.104-68, форма 1;
- вид платы со стороны монтажа, со стороны установки элементов и с торца;
- дополнительные виды (при необходимости);
- указание общей шероховатости;
- текстовую часть (технологические указания).

Следует помнить, что весь чертеж можно выполнить на нескольких листах (например, отдельно каждый вид и текстовую часть). Например, удобно текстовую часть счесть первым листом (основная надпись формы 1), а на втором и третьем разместить виды сверху и снизу (основная надпись формы 2а — высотой 15 мм).

В основной надписи приводят название изделия «Плата печатная». Обязательно указывать масштаб изображения и марку материала. Шифр классификационной характеристики определяется по Классификатору ЕСКД на изделие «Платы с печатным монтажом» (класс 75, приложение К).

Чертеж платы должен содержать координатную сетку, пронумерованную вне поля платы (нумеруются **дискреты**, а не миллиметры!). Допускается проставлять цифры через 2...5 дискретов. Все отверстия, включая крепежные, следует располагать в узлах координатной сетки. Исключение составляют отверстия под выводы и точки крепления элементов, конструктивные особенности которых не позволяют этого сделать. Тогда одно из отверстий принимают за базовое (например, центральное отверстие или отверстие под вывод номер 1) и располагают в узле координатной сетки, а координаты других отверстий на чертеже указывают относительно базового. Как правило, при этом используют дополнительные, выносные виды.

Форму платы следует брать прямоугольной (кроме специальных случаев), с ключевым элементом (срезанный угол; вырез; несимметричные крепежные отверстия и т.п.). Должны быть указаны габаритные размеры с допусками от $\pm 0,2$ до $\pm 0,5$ мм, в зависимости от величины размера. Толщина платы указывается «для справок»: на чертеже этот размер помечается знаком «*», а в текстовой части дается расшифровка: «* Размеры для справок».

Масштаб изображения следует выбирать таким, чтобы шаг сетки соответствовал интервалу в 5 или 10 мм (например, для шага сетки 1,25 мм обычно берут масштаб 4:1).

Для отверстий разных диаметров применяют условные обозначения (зачерненные секторы), а диаметры указывают в текстовой части. Также условно не показывают стандартные контактные площадки, а их размеры дают в таблице, вместе с указаниями для отверстий (таблица 6.2).

Таблица 6.2 — Пример указания параметров отверстий и контактных площадок

Условное обозначение	Диаметр отверстия, мм	Кол.	Диаметр контактной площадки, мм	Металлизация
	1 ^{+0,1}	52	2,5	есть

Проводники стандартной ширины проводят условно, а ширину указывают в текстовой части.

На широких участках фольги выполняют штриховку под углом 45 °.

Плата должна содержать маркировку элементов и отдельных выводов с одной или обеих сторон. Например, краской наносят схемные обозначения элементов и штрихи, указывающие на их выводы. Краской или невытравленной фольгой обозначают:

- номер чертежа платы;
- условное обозначение или номер чертежа печатного узла;
- полярность конденсаторов и диодов;
- выводы транзисторов;
- вывод № 1 многовыводных элементов, при этом также изменяют форму контактной площадки.

Шероховатость указывают по ГОСТ 2789-73. Например, на виде с торца используют значок , который означает «не обрабатывать», а в правом верхнем углу указание: $Rz\ 40\sqrt{\sqrt{}}$, что означает: «остальная шероховатость не более 40 мкм».

В текстовую часть чертежа выносят следующую информацию (таблица 6.3).

Таблица 6.3 — Текстовая часть чертежа печатной платы

Содержание	Пример исполнения
1. Способ изготовления платы	Плату изготовить химическим методом.
2. Шаг координатной сетки	Шаг координатной сетки 2,5 мм.
3. Способ выполнения проводников	Конфигурацию проводников выдерживать по координатной сетке и чертежу с отклонением не более 1,0 мм.
4. Ширина проводников	Проводники показаны условно; ширина 1,0 мм, в узких местах 0,6 мм.
5. Зазоры между проводниками	Расстояние между проводниками не менее 0,8 мм, в узких местах 0,4 мм.
6. Указания по маркировке	Маркировать краской МКЭ серой по ОСТ 4Г0.028.000. Шрифт 3 по НО. 010.007.

6.5. Выполнение чертежа общего вида изделия

Чертеж общего вида изделия (шифр документа ВО) выполняют в двух или трех проекциях, либо в аксонометрии. Чертеж должен содержать минимально необходимую информацию о конструкции изделия:

- габаритные размеры;
- состав, расположение органов управления и контроля, разъемов или шнуров питания и внешних сигнальных соединений, предохранителей;
- тип и типоразмер корпуса, конструктивные особенности обеспечения теплового режима, транспортировки, амортизации, установки на объекте-носителе;
- состав и расположение сборочных единиц внутри корпуса (максимально упрощенные изображения с указанием номеров позиций на выносках).

Перечень составных частей к чертежу общего вида обычно не выполняют как отдельный документ, а приводят на поле чертежа в виде таблицы произвольного вида. В ней отображаются:

- а) номер позиции;
- б) наименование составной части с указанием шифра чертежа (если в рамках проекта данная составная часть не разрабатывалась, то шифр все равно нужно указывать);
- в) количество одинаковых частей;
- г) примечания (при необходимости).

В графе основной надписи «наименование» пишут как название изделия, так и вид документа (рис. 6.4).

УСИЛИТЕЛЬ Чертеж общего вида

Рис. 6.4 — Пример заполнения графы «Наименование» для чертежа общего вида

Графу «Поз.» заполняют позиционными номерами, даже если эти номера отсутствуют на чертеже (см. выше).

Одинаковые изделия можно объединять в одной записи. Тогда в графе «Кол.» будет число, большее 1: позиционный номер для всех один; а все схемные обозначения перечисляются через запятую (если элементов два или они на схеме обозначены не по порядку) или через многоточие.

В разделах «Стандартные изделия», «Прочие изделия» графа «Обозначение» не заполняется. Все сведения об этих изделиях приводятся в графе «Наименование». Общие для группы изделий стандарты и ТУ можно выносить в подзаголовки, например, «Конденсаторы К40-17 ОЖО.460.107 ТУ». Можно приводить только те сведения, которых достаточно для приобретения данного изделия (например, когда шифр ТУ не известен; для импортных элементов и т.п.).

Пример оформления спецификации приведен ниже (таблица 6.5).

Таблица 6.5 — Пример выполнения спецификации к сборочному чертежу

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
A1			СНТУ.468731.001 СБ	Сборочный чертеж		
A1			СНТУ. 468731.001 ЭЗ	Схема электрическая принципиальная		
			СНТУ.468731.001 ПЭЗ	Перечень элементов		
				<u>Детали</u>		
		1	СНТУ.758714.001	Плата печатная	1	
				<u>Прочие изделия</u>		
				Конденсаторы		
		2		К50-24-1000 мкФ $\pm 5\%$	1	C5
		3		К10-7В-50В-0,033 мкФ $\pm 10\%$	1	C2

Продолжение таблицы 6.3

Содержание	Пример исполнения
7. Указания по лужению	Проводники покрыть сплавом "Розе" ГОСТ 21930-76.
8. Указания по влагозащитному покрытию	Плату покрыть лаком ЭП-730 ГОСТ 20824-81, контактные площадки от покрытия защитить.
9. Указания по отверстиям и контактным площадкам	[В виде таблицы; пример см. табл. 6.2]
10. Расшифровка других условных обозначений	* Размеры для справок

6.4.2. Выполнение чертежа печатного узла в сборе

На поле чертежа должны быть:

- основная надпись по ГОСТ 2.104-68;
- вид узла со стороны элементов и с торца;
- дополнительные виды (при необходимости);
- технологические и другие указания.

В основной надписи название изделия должно соответствовать функциональному назначению печатного узла. В той же графе указывается вид документа (рис. 6.3).



Рис. 6.3 — Пример заполнения графы «Наименование» для сборочного чертежа

Классификационную характеристику изделия определяют по классификатору ЕСКД (приложение К), шифр чертежа — «СБ».

Должны быть указаны *только* габаритные (между максимально удаленными точками), установочные и присоединительные размеры (обеспечивающие крепление узла и его соединения с другими узлами и деталями).

Если конкретный габаритный размер определяется деталью (например, ширина и длина печатной платы), выполненной по своему чертежу с указанными размерами и допусками на них, то он считается справочным и помечается знаком «*». Если габаритный размер зависит от качества сборки, то его указывают с ограничением «тах», т.е. сверху. Рекомендуется эти размеры округлять до целых миллиметров в большую сторону.

К установочным относятся, например, крепежные отверстия: следует указывать как их диаметры, так и координаты.

К присоединительным относятся размеры, важные для соединения с другими сборочными единицами, например, расстояние между штырями-ловителями разъема.

Детали, электрорадиоизделия (ЭРИ) и другие сборочные единицы вычерчивают упрощенно, оставляя только существенные для сборки подробности.

На боковом виде узла элементы можно не показывать. Плату вычерчивают толстой сплошной линией, габаритные границы со стороны элементов и со стороны монтажа обозначают тонкой сплошной или штрих-пунктирной линией.

Каждой детали и сборочной единице, из которых собирается изделие, присваивают **позиционный номер** сквозной нумерацией, под которым затем данную единицу приводят в спецификации. Это условие является обязательным, так как обеспечивает правильную комплектацию изделия в целом и рабочего места сборщика в частности.

Позиционные номера указывают над выносными линиями. Для элементов, имеющих позиционные обозначения на принципиальной схеме, можно не указывать номера позиций. В этом случае на контурах ЭРИ или рядом с ними пишут позиционные обозначения по принципиальной схеме, а в текстовой части (см. ниже) — указание «Маркировка элементов показана условно».

Чертеж должен содержать исчерпывающую информацию по установке каждого элемента. Например, формовка выводов может быть показана на основном виде с торца или на дополнительных (выносных) видах. Можно также указать в текстовой части вариант установки по определенному стандарту (таблица 6.4).

Таблица 6.4 — Пример текстовой части сборочного чертежа

Содержание	Пример исполнения
1. Расшифровка условностей	* Размеры для справок. Маркировка элементов показана условно.
2. Общие требования к сборке	Паять ПОС 61 ГОСТ 21930-76 заземленным паяльником.
3. Требования к установке элементов	Установку элементов производить по ОСТ 4ГО.010.030-81: — элементы C1, C2 — по варианту 1а-к; клей ВК-9 по ОСТ 4ГО.029.204; — элементы R1...R9 — по варианту 1а; — элементы ...
4. Указания по покрытию	Покрытие: лак ЭП-730 ГОСТ 20824-81 кроме регулировочного винта элемента R10.
5. Общие технические требования	Остальные технические требования по ОСТ 4ГО.070.015-81.

6.4.3. Оформление спецификации

Спецификация к сборочному чертежу должна заполняться по общим правилам ЕСКД (ГОСТ 2.106-96). Она имеет следующие особенности.

Для первого листа используется основная надпись по ГОСТ 2.104-68 «Текстовые документы», форма 2, (высотой 40 мм). Для остальных листов применяется форма 2а, высотой 15 мм.

В графе наименования документа приводят то же самое название изделия, что и в сборочном чертеже, а также наименование документа «Спецификация». Обозначение документа должно быть таким же, как у сборочного чертежа, но без шифра «СБ».

Сетку таблицы для спецификации наносят по ГОСТ 2.108-96.

Не путать с сеткой для перечня элементов принципиальной схемы!

Спецификацию следует начинать с раздела «Документация», в котором указывают обозначения и наименования:

- сборочного чертежа печатного узла;
- схемы электрической принципиальной;
- перечня элементов к этой схеме.

Остальные разделы вводят по мере надобности (например, если сборочных единиц нет, то такой раздел не вводят) в следующем порядке:

- «Сборочные единицы», например, элементы крепления из нескольких деталей, собираемые по отдельным чертежам;
- «Детали», например, печатная плата, лепестки и т.п., изготавливаемые по отдельным чертежам;
- «Стандартные изделия», например, крепежные детали и только те ЭРИ, которые выпускаются по государственным стандартам;
- «Прочие изделия», например, ЭРИ, выпускаемые по частным техническим условиям, импортные ЭРИ и т.п.;
- «Материалы», например, лакоткань, проволока и т.п., из которых изготавливают прокладки, хомуты, перемычки и прочее непосредственно при сборке.

В разделах «Документация», «Сборочные единицы», «Детали» заполняется графа «Обозначение» в том случае, если имеются соответствующие документы собственной разработки. В эту графу нельзя выносить обозначения стандартов или технических условий.

Раздел «Стандартные изделия» заполняют в порядке возрастания номеров государственных стандартов, раздел «Прочие изделия» — в порядке букв русского алфавита по названиям изделий.

Для ЭРИ, перечисляемых в разделах «Стандартные изделия», «Прочие изделия» обязательно заполняют графу «Примечание», в которой приводятся позиционные обозначения по принципиальной схеме.