

ИННОВАЦИОННАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА



Проект 1: инновационная среда университета в регионе и эффективное управление

Цель: развитие инноваций и инновационных образовательных программ на основе интеграции образования, науки и бизнеса для организации подготовки и переподготовки кадров по широкому спектру специальностей и направлений.

Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

Владимирский государственный университет

Кафедра радиотехники и радиосистем

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ДИПЛОМНОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ ДЛЯ СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ 210301, 210302, 210405

Составители
Е. А. АРХИПОВ
Л. И. ТАРАЫШКИНА

Владимир 2008

УДК 621.396
ББК 32.988-5я7
М54

Рецензент
Кандидат технических наук,
доцент Владимирского государственного университета
С.А. Самойлов

Печатается по решению редакционного совета
Владимирского государственного университета

М 54 **Методические** указания к дипломному проектированию для студентов специальностей 210301, 210302, 210405 / сост. : Е.А. Архипов, Л.И. Тарарышкина ; Владим. гос. ун-т. – Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2008. – 64 с.

Даются рекомендации по выбору тематики дипломных проектов, рассматриваются общие вопросы организации дипломного проектирования, содержание разделов проектов и дипломных работ, правила оформления пояснительной записки и графического материала.

Предназначены для студентов специальностей 210301 «Радиофизика», 210302 «Радиотехника», 210405 «Радиосвязь, радиовещание и телевидение» всех форм обучения.

Ил. 33. Табл. 5. Библиогр.: 13 назв.

УДК 621.396
ББК 32.988-5я7

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Дипломное проектирование является заключительным этапом обучения студентов в высшем учебном заведении, в подготовке молодого специалиста, а защита дипломного проекта - проверкой готовности выпускника к самостоятельной творческой инженерной работе. Этот этап, как и все предшествующие, должен обеспечить дальнейшее расширение его творческих знаний, особенно знаний по специальным дисциплинам. Целями дипломного проектирования являются:

- систематизация, закрепление и расширение теоретических и практических знаний и применение их при решении конкретных инженерных задач на современном уровне;
- развитие навыков ведения самостоятельной творческой работы с элементами научных исследований и применения ЭВМ в решении актуальных задач радиоэлектроники.

Специфика радиоспециальностей заключается прежде всего в том, что они охватывают весьма широкий круг теоретических вопросов, требуют изучения большого количества разнообразного радиотехнического оборудования (передающие устройства, радиолокационные, радионавигационные устройства, телевизионные, приемные устройства, техника СВЧ, радиоизмерительная аппаратура и т.д.). Все это оборудование отличается сложностью конструкций, сочетанием в них разнообразных элементов и материалов.

Быстрый темп развития научной мысли в области радиоэлектроники и технического прогресса в радиопромышленности предъявляет повышенные требования к подготовке молодых специалистов.

Проникновение радиоэлектронного оборудования во все отрасли науки и техники требует надёжности радиоаппаратуры, а её миниатюризация ставит новые задачи перед учёными, конструкторами, технологами.

Все это неизбежно сказывается на характере дипломного проектирования по радиотехническим специальностям и определяет повышенную требовательность к расчётной, схемотехнической, экспериментальной, экономической, графической и другим частям дипломного проекта (работы) (ДП (ДР)).

В процессе дипломного проектирования студент должен продемонстрировать свое умение:

- самостоятельно подбирать отечественную и иностранную техническую литературу по разрабатываемой теме и составлять ее обзор;
- активно следить за новыми достижениями науки и техники по разрабатываемой теме и выбранной специализации, критически устанавливать целесообразность использования тех или иных из этих достижений в разрабатываемом устройстве или приборе и уметь реализовать эти достижения в своем проекте;
- самостоятельно составлять планы проведения теоретических исследований, расчетов и необходимых экспериментов по теме проекта и доводить их до реальных практических результатов;
- самостоятельно обосновывать функциональную и принципиальную схемы разрабатываемого устройства, наилучшим образом отвечающие поставленному заданию;
- согласовывать экономические показатели разрабатываемого устройства с техническими требованиями и возможностями производства;
- использовать современные методы исследований и проводить расчеты с применением средств вычислительной техники;
- применять современные схемные элементы, методы конструктивного решения и ориентироваться на современные технологические процессы;
- составлять аннотацию на иностранном языке, логично и грамотно излагать материал проекта и доклад по его содержанию.

2. ОРГАНИЗАЦИЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ЗАЩИТА ПРОЕКТА

2.1. Тематика дипломных проектов (работ)

Тематика ДП (ДР) определяется профилем специальности. Вне зависимости от специальности тема ДП (ДР) должна отвечать современным требованиям науки и техники с учетом реальных нужд производства. Желательно, чтобы дипломный проект (работа) содержал элементы нового в области техники, передовой технологии, экономики, внесённые самим дипломником, а не являлся простым описанием уже

существующего радиоэлектронного устройства.

Дипломный проект предполагает разработку новых схем, устройств, конструкций, а также модернизацию уже существующих узлов, приборов в направлении их улучшения. Дипломный проект должен содержать:

- технико-экономическое обоснование выбора электрической принципиальной схемы и конструкции проектируемого устройства;
- расчёт и макетирование устройства в целом или его части с использованием современной элементной базы;
- снятие экспериментальных характеристик и обработку экспериментальных данных;
- разработку конструкции.

Дипломная работа относится к темам исследовательского характера и предусматривает исследование некоторых вопросов теории радиоэлектронных устройств. Содержанием ДР могут быть также технические задачи общего плана, не предусматривающие непосредственного использования результатов в конкретных устройствах. Дипломная работа должна содержать:

- обоснование актуальности рассматриваемого вопроса;
- теоретические исследования;
- математическое моделирование, расчёт на ЭВМ или экспериментальное обоснование актуальности рассматриваемого вопроса;
- теоретические исследования;
- математическое моделирование, расчёт на ЭВМ или экспериментальное исследование;
- анализ возможностей применения полученных результатов на практике, а также рекомендации по их использованию.

При выборе тем дипломного проектирования предпочтение должно отдаваться реальным темам, направленным на решение вопросов, выдвинутых производством. Это даёт возможность студенту в процессе дипломного проектирования изготовить макет проектируемого устройства. Изготовленный макет студент демонстрирует перед Государственной аттестационной комиссией (ГАК) во время защиты ДП (ДР).

2.2. Организация и процедура защиты ДП (ДР)

По окончании работы над ДП (ДР), не позднее чем за неделю до дня защиты, руководитель проверяет весь проект (работу), подписывает его и

даёт в письменной форме отзыв на ДП (ДР) с оценкой. Затем разделы по организации производства и экономики, а также по безопасности жизнедеятельности проверяются и подписываются соответствующими консультантами. Далее ДП (ДР) направляется на нормоконтроль. Нормоконтролер принимает решение о готовности (не готовности) ДП (ДР) к защите. Решение о допуске ДП (ДР) к защите в ГАК принимает заведующий кафедрой.

Полностью подписанный диплом (руководителем, консультантами, заведующим кафедрой) секретарь ГАК не позднее чем за три дня до защиты направляет на рецензию. Рецензент тщательно знакомится с проектом, (пояснительной запиской и чертежами, дает о нем письменный отзыв с оценкой и указанием достоинств и недостатков ДП (ДР). Внесение изменений после получения рецензии не допускается.

Последний этап - это защита ДП (ДР) студентом. В ГАК студент предоставляет следующие документы: пояснительную записку, подписанную автором работы, завизированную руководителем и консультантами ДП (ДР) и утвержденную заведующим кафедрой. В бланке технического задания указываются номер и дата выхода приказа по университету, которым утверждена тема проекта; комплект чертежей (плакатов) в строгом соответствии с перечнем графического материала по техническому заданию, подписанные автором, руководителем проекта, заведующим кафедрой, отзыв руководителя дипломного проектирования с оценкой и рецензию с оценкой работы и указанием соответствия уровню квалификации инженера по соответствующей специальности.

Защиты проводятся в соответствии с заранее утвержденным графиком, в котором указываются сроки и очередность защиты каждого выпускника. Все перестановки в графике производятся только с разрешения секретаря ГАК. В состав ГАК входят руководители крупных предприятий радиоэлектронной промышленности, начальники отделов и ведущие преподаватели кафедры. Защита одного проекта длится 40 – 45 мин, доклад студента не должен превышать 10-12 мин. Секретарь ГАК до начала заседания представляет председателю пояснительную записку и учебную карточку дипломника с оценками за все время обучения.

Рекомендуется следующая процедура защиты:

- председатель ГАК оглашает данные о защищаемом студенте (фамилию, имя, отчество, тему ДП (ДР));

- слово для доклада предоставляется дипломнику;
- по окончании доклада председатель и члены комиссии задают вопросы;
- студент отвечает на вопросы по мере их поступления;
- секретарь ГАК зачитывает отзыв руководителя и рецензию на ДП (ДР);
- студент отвечает на замечания руководителя и рецензента;
- председатель ГАК объявляет защиту законченной.

Как несомненное достоинство воспринимается при защите демонстрация изготовленных макетов, результатов исследований и моделирования на ЭВМ.

Содержание доклада следует подготовить заранее, привязав отдельные его части к плакатам или чертежам и обращаться к ним по ходу выступления. Целесообразно развешивать листы в порядке обращения к ним. Те из них, к которым по ходу изложения не обратились, воспринимаются лишними и выполненными только для достижения необходимого объёма графического материала. Следует вести речь, обращаясь к членам ГАК и слушательской аудитории. Нужно помнить, что дипломный проект является не только технической разработкой, но также и квалификационной работой. Поэтому требуется в ходе защиты показать общий кругозор, научно-техническую подготовку, вооружённость современными методами исследований и расчетов, владение арсеналом вычислительных средств, умение ориентироваться в вопросах производства и экономики.

Решение ГАК об оценках проекта (работы), а также о присвоении квалификации инженера и выдаче диплома принимается комиссией на закрытом заседании.

Для планирования защиты и прогнозирования её результатов защищаемому полезно представлять те компоненты, из которых складывается впечатление членов комиссии о проекте и его авторе и на основании которых формируется окончательная оценка:

1. Содержание и качество выполнения пояснительной записки и чертежей, включая следование стандартам и другим нормативным документам, логичность и ясность изложения текстового материала, аккуратность и языковую грамотность.
2. Непременное и строгое соответствие материала проекта требованиям технического задания.

3. Степень полноты библиографического списка, многообразие источников и новизна цитируемой литературы.
4. Глубина и широта патентного исследования, а также органичность его связи с задачами проекта.
5. Объём и уровень расчетов, глубина проработки технических вопросов.
6. Эрудиция, образованность и кругозор, продемонстрированные дипломником.
7. Внешний вид, манера держаться, культура речи, умение аргументированно отстаивать выдвинутые положения.
8. Характеристика выпускника и оценки сводной ведомости за все время обучения, которыми располагают члены ГАК во время заседания.
9. Эмоциональное воздействие на членов ГАК.

Результаты защит объявляются председателем ГАК в конце каждого заседания. В завершении процедуры защиты надлежит все предъявленные ГАК материалы сдать в архив в соответствии с указаниями секретаря ГАК.

2.3. Работа над экономической частью ДП

Становление и укрепление рыночных институтов и регуляторов общественного развития имеют определяющее значение в характеристике состояния каждого предприятия и перспектив его развития. В связи с этим рассмотрение экономических вопросов в ДП (ДР) с учётом современных специфических условий и требований очень важно.

Экономико-организационная часть инженерного дипломного проекта, с одной стороны, должна выступать как инструмент целесообразности и полезности предлагаемых технических решений, а с другой – используемые для экономической оценки методики, возможные варианты управленческих решений должны быть логически связаны с темой проекта.

Разработка любого конструкторского проекта или дипломной работы исследовательского характера должна быть привязана к конкретному предприятию - изготовителю или организации - заказчику.

Только в этом случае можно добиться реализации экономико-организационной части ДП (ДР) в виде развернутого бизнес-плана, позволяющего определить конкретные экономические результаты:

величину затрат, доходы, прибыль, сроки окупаемости, объемы инвестирования и порядок их возврата, а также рассмотреть варианты организационно-технических решений, позволяющих обеспечить оптимальные по экономическим критериям решения.

Типовая структура раздела:

1. Общая часть, где обосновывается цель проведения экономических расчетов, осуществляется приведение сравнительных вариантов к сопоставимому виду.
2. Вопросы организации и планирования научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ, связанных с темой ДП (ДР), а также производства.
3. Расчет эффективности:
 - расчет себестоимости, оптовой цены, сопутствующих капитальных вложений.
 - расчет эксплуатационных затрат потребителя;
 - расчет показателей сравнительной экономической эффективности.
4. Анализ социально-экономической эффективности, включающий мероприятия по охране окружающей среды.
5. Предпринимательский проект (бизнес-план).

Обычный объем организационно-экономической части - 20 % от общей работы. Не допускается описание общеизвестных положений. Приводится качественный и количественный анализ материалов проекта.

Выбранный студентом в процессе технико-экономического обоснования темы вариант технического решения, принятый за базовый (аналог) для сопоставления по ТЭП, должен быть утверждён руководителем дипломного проекта, а сопоставительная таблица ТЭП подписана им и консультантом.

Варианты для сравнения выбираются не по признаку одинаковой технической реализации, а с точки зрения возможностей достижения поставленных целей по выполняемым функциям.

Пример: требуется обеспечить заданное значение помехоустойчивости. Следовательно, можно сравнить различные способы модуляции, кодирования, радиоприема, позволяющие решить данную задачу.

В дипломных работах, технико-экономическое обоснование которых затруднено, данный раздел может включать в себя:

1. Качественный анализ необходимости темы.

2. Составление оперативно-календарного плана или сетевой модели, разработка сметы на проведение исследований по теме.
3. Прогноз экономической эффективности разработки.
4. Анализ результатов разработки и выводы.

2.4. Работа над разделом "Безопасность жизнедеятельности"

Практически любой вид деятельности человека связан с целым рядом воздействующих на него и окружающую среду опасных и вредных факторов. В первую очередь это обусловлено большим количеством используемых при этом машин, механизмов, аппаратов, приборов, технологий как на производстве, так и в быту.

Поэтому при выполнении ДП (ДР) студент должен рассмотреть вопросы, связанные с безопасным изготовлением или эксплуатацией разрабатываемого устройства.

Задание по данному разделу выдаёт назначенный кафедрой «Безопасность жизнедеятельности» консультант. Характер задания жестко связан с темой проекта. Содержание раздела может включать материалы по вопросам безопасности проекта:

- анализ опасных и вредных производственных факторов, влияющих на условия труда работающих, и возможных их последствий;
- анализ существующих методов и мер защиты от воздействия опасных и вредных производственных факторов и обоснование выбора наиболее эффективных защитных средств;
- инженерные расчёты и технические решения по обеспечению безопасности изготовления и эксплуатации аппаратуры;
- обоснование технических и организационных мероприятий по улучшению условий труда при изготовлении и эксплуатации проектируемого изделия;
- анализ вредного воздействия на окружающую среду технической деятельности по производству и эксплуатации разрабатываемой аппаратуры;
- предложение мер по обеспечению требуемого уровня экологической чистоты процессов производства и эксплуатации проектируемой техники.

Перед началом дипломного проектирования на кафедре безопасности жизнедеятельности составляется расписание с указанием дня недели, времени и аудитории для проведения консультаций. В помощь студентам-дипломникам изготовлен планшет со списком учебной, методической и справочной литературы и нормативной документации, имеющейся в библиотеке университета и на кафедре.

Объем раздела в пояснительной записке не должен превышать 10-12 страниц, включая текст, расчеты, таблицы, графики, рисунки. Оригинальные результаты и технические решения целесообразно представить на планшетах.

3. ТРЕБОВАНИЯ К ТЕМЕ И СОДЕРЖАНИЮ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА (ДИПЛОМНОЙ РАБОТЫ)

Темы дипломных проектов (работ) должны быть актуальными и связанными с реальными задачами, возникающими при разработке и создании различных радиотехнических устройств и систем. При проектировании поощряется использование ЭВМ как для проведения трудоемких вычислений и моделирования, так и в качестве специализированных устройств обработки информации.

По своему характеру дипломные проекты (работы) могут быть следующих типов:

- расчетно-конструкторские проекты, посвященные разработке какого-либо устройства или блока, входящего в радиотехническую систему.

Такой проект должен содержать:

а) технико-экономическое обоснование выбора принципиальной схемы и конструкции проектируемого устройства;

б) расчет и макетирование устройства в целом или его части с использованием современной элементной базы;

в) снятие экспериментальных характеристик и обработку экспериментальных данных;

г) разработку конструкции.

- Комплексные (системные) проекты, охватывающие такой круг вопросов, как проектирование радиолиний, радиолокационной системы или системы радиуправления. Такой проект должен содержать:

а) технико-экономическое обоснование выбранной системы (анализ народнохозяйственного значения системы, ее технических и эксплуатационных свойств, сложности конструкции и, где это возможно, ориентировочное определение стоимости по укрупненным показателям и сравнение по этим показателям с другими системами);

б) разработку технических условий на отдельные блоки системы (антенное устройство, передатчики, приемник, источники питания и т.п.);

в) расчет и конструктивную разработку отдельных блоков, входящих в общий комплекс.

- Дипломная работа представляет собой исследование некоторых вопросов теории радиотехнических систем и устройств. Содержанием дипломной работы могут быть также технические задачи общего плана, не предусматривающие непосредственного использования результатов в конкретных радиотехнических системах или устройствах.

Дипломная работа должна содержать:

а) обоснование актуальности рассматриваемого вопроса;

б) теоретическое исследование;

в) моделирование, расчет на ЭВМ или (при необходимости и возможности) экспериментальное исследование;

г) анализ возможностей применения полученных результатов на практике, а также рекомендации по их использованию.

Замена дипломного проекта дипломной работой разрешается ректором по представлению декана.

Задание на дипломный проект

Объем и содержание дипломного проекта (дипломной работы) определяются заданием, которое составляется на типовом бланке (выдается на кафедре) в двух экземплярах.

В задании указываются:

1. Тема проекта (работы).

2. Срок сдачи законченного проекта (работы).

3. Исходные данные к проекту (работе): технико-экономические требования, предъявляемые к разрабатываемому устройству, а также его основные качественные показатели (например, чувствительность, выходная мощность, рабочая полоса частот, вид и параметры модуляции и т.д.).

4. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов) должно включать введение, анализ и обоснование технического задания, выбор и обоснование структурной и принципиальной схемы устройства, расчет основных каскадов устройства, экспериментальное исследование (при необходимости расчет надежности устройства), конструкторскую и экономическую части, разработку вопросов техники безопасности и охраны труда и заключение.

5. Перечень графического материала с указанием количества листов и форматов. При необходимости указывается перечень графиков, плакатов и т.д.

6. Задания по экономической части, технике безопасности и охране труда с подписями консультантов.

Задание подписывается руководителем и студентом с указанием даты и сдается на подпись заведующему кафедрой. Законченный дипломный проект состоит из пояснительной записки и графической части. Пример оформления бланка задания и титульного листа приведен ниже.

ВЛАДИМИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ: _____

Зав. кафедрой _____

_____/Никитин О.Р./_____

ЗАДАНИЕ НА ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Студенту Косолапову Юрию Владимировичу

1. Тема проекта Универсальный блок питания

утверждена приказом по университету № _____ от _____

2. Срок сдачи студентом законченного проекта _____

3. Исходные данные к проекту: КПД \geq 0.7; выходные напряжения нагрузки: ± 18 В x 1.2 А; +12 В x 1.5 А; +15 В x 1.5 А; +6.3 В, ~6.3 В x 1 А.

4. Содержание расчётно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов)

1. Введение.

2. Анализ технического задания.

3. Разработка структурной схемы.

4. Разработка принципиальной схемы.

5. Конструктивное выполнение.

6. Раздел экономики и организации производства.

7. Безопасность и экологичность.

8. Литература.

5. Перечень графического материала (с указанием обязательных чертежей)

1. Электрическая структурная схема – 1 лист формата А1.

2. Электрическая принципиальная схема – 2 листа формата А1.

3. Сборочный чертеж – 1 лист формата А1.

4. Чертеж печатной платы – 1 лист формата А1.

5. Габаритный чертеж – 1 лист формата А1.

6. Временные диаграммы.

7. Техничко-экономические показатели – 1 лист формата А1.

8. Рынок сбыта – 1 лист формата А1.

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

Организационный и экономический раздел /Галкин А.П./

Строительная часть

Раздел безопасности и экологичности /Кондратьев В.Т./

Дата выдачи задания _____

Руководитель /Иванов А.А./

Задание принял к исполнению

(подпись студента)

4. ОФОРМЛЕНИЕ ПРОЕКТА. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ИЗЛОЖЕНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ ТЕКСТА РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

Титульный лист является первым листом расчетно-пояснительной (ПЗ) записки и не нумеруется. Он выполняется на плотной бумаге.

Поле, предназначенное для надписей, ограничивают прямоугольной рамкой размером 257x165 мм, при этом крайние поля сверху и снизу составляют 20 мм, слева – 35 мм, а справа – 10 мм. Надписи выполняют чертежным шрифтом черной тушью или машинописным способом.

Дипломный проект (ДП) – технический документ, поэтому различные средства украшения титульного листа (надписи разных цветов, художественные шрифты, виньетки и т. п.) являются излишними.

За титульным листом следует бланк задания на ДП, который также не нумеруется. На бланке указываются тема дипломного проекта (дипломной работы), исходные данные, перечисляются подлежащие разработке вопросы, приводится перечень графического материала с указанием обязательных чертежей и их форматов, даются темы дополнительных разделов проекта и подписи консультантов.

Далее должны располагаться нумерованные листы с аннотациями к ДП на русском и иностранном языках.

Заглавным листом ПЗ, имеющим второй номер, является лист оглавления, оформленный рамкой и основной надписью по ГОСТ 2.104-68. Остальные листы также снабжаются основной надписью и имеют сквозную нумерацию. В конце пояснительной записки дается заключение по выполненной работе, подводящее итоги разработки и намечающее дальнейшие перспективы. Последним разделом расчетно-пояснительной записки является список литературы. Далее следуют приложения, в которые помещаются перечни элементов к электрическим принципиальным схемам, чертежам общих видов, спецификации, листинги программ, временные диаграммы и т.д.

4.1. Рубрикация пояснительной записки и составление оглавления

Перед написанием пояснительной записки все материалы, полученные в процессе работы над проектом, в соответствии с планом подразделяют на отдельные логически соподчиненные части. Каждую часть снабжают кратким и ясным заголовком, отражающим ее содержание. Заголовки рекомендуется писать строчными буквами чертежного шрифта одинакового цвета с текстом. Точка после заголовка не ставится.

Все разделы ПЗ нумеруют в порядке их расположения арабскими цифрами. Подразделы могут иметь двойную нумерацию в пределах раздела. Объем подраздела, как правило, не должен превышать пяти – восьми страниц.

Оглавление дает возможность представить общее содержание пояснительной записки и позволяет быстро найти необходимые сведения.

4.2. Стиль изложения

Ясность мысли, простота и логичность расположения материала – таковы основные требования к стилю изложения пояснительной записки.

При работе над текстом проекта следует добиваться точного, законченного и в то же время наиболее простого и понятного построения фраз, формулировок и выводов. Необходимо избегать длинных и запутанных предложений. При этом без ущерба для излагаемой мысли повышается эффективность ее восприятия.

В научно-технической литературе приняты неопределенно-личная и безличная формы изложения, подчеркивающие объективный характер явлений и процессов, общепринятый характер действий и решений.

Анализ стилистики курсовых проектов показывает, что некоторые студенты ведут изложение от собственного имени, что попросту неграмотно. Например, пишут «выбираю диод...», «принимаю равным...», «рассчитываю по формуле...» и т. п. Многие употребляют обороты с местоимением «мы»: «выбираем транзистор...», «округляем до...», «выбираем схему» и т.д.

Правильно писать в зависимости от времени свершения действия: «выбирается диод...» или «выбран диод...», «принимается равным...» или «принята равным...» и т. д.

Предложения рекомендуется строить, например, так:

- Смещение на базе транзистора определено графическим построением на его входной динамической характеристике (рисунок 6).
- Сопротивление резистора R_2 выбрано таким, что входной ток увеличивается не больше чем в два раза.
- Четырехзарядный счетчик импульсов построен на интегральных микросхемах серии К155.
- Коэффициент гармоник K_g находится по формуле (3).
- Расчет нагрузочной характеристики стабилизатора ведется по формуле...
- Для крупносерийного производства однотонных печатных плат общего применения из фольгированного пластика выбирается способ печати через трафарет [6].

Больше всего стилистических погрешностей студенты допускают при изложении расчетов, когда в состав предложения входят формулы. Предложение с формулой нужно строить так, чтобы слова, символы и знаки формулы составляли грамматически правильную конструкцию с законченным смыслом. Например:

Неправильно

Мощность, рассеиваемая на коллекторе транзистора, рассчитана по формуле:

$$P_K = I_{0k}(E_K - R_K I_{0k}).$$

Определяется напряжение источника питания E_n :

$$E_n = 2\left(\sqrt{2P_K R_H} + U_{K \min}\right).$$

Необходимое число вентиляй в плече выпрямительного моста находится по формуле:

$$N = \frac{U_{\text{обр}}}{U_{\text{обр. доп}}}.$$

Правильно

Мощность, рассеиваемая на коллекторе транзистора:

$$P_K = I_{0k}(E_K - R_K I_{0k}).$$

Напряжение источника питания

$$E_n = 2\left(\sqrt{2P_K R_H} + U_{K \min}\right).$$

Необходимое число вентиляй в плече выпрямительного моста

$$N = \frac{U_{\text{обр}}}{U_{\text{обр. доп}}}.$$

При описании процессов в электронных схемах, принципа действия устройств, конструкции элементов и узлов, при изложении расчетов не следует смешивать в одной фразе настоящее время с прошедшим или будущим, совершенный вид с несовершенным и т.д. Например:

Неправильно

Мультивибратор опрокидывается, когда напряжение на базе запертого транзистора станет равным нулю.

Правильно

Мультивибратор опрокидывается, когда напряжение на базе запертого транзистора становится равным нулю

Не следует злоупотреблять страдательным залогом, так как он утяжеляет речь. Например:

Не рекомендуется

Советскими учеными было сделано много открытий в области квантовой электроники.

Транзистором была совершена настоящая революция в электронике.

Рекомендуется

Советские ученые сделали много открытий в области квантовой электроники.

Транзистор совершил настоящую революцию в электронике.

Страдательный залог уместно употреблять в предложениях, в которых

нет и не должно быть указаний на действующее лицо. Например: за короткий период транзисторы подверглись значительным усовершенствованиям. На развитие электронной промышленности были направлены значительные средства.

Описывая технологические операции и процессы, нужно с осторожностью пользоваться возвратными глаголами. Например:

Неправильно

После сборки плата устанавливается на стенд, регулируется, а затем передается на контроль.

Правильно

После сборки плату устанавливают на стенд, регулируют, а затем передают на контроль.

При описании схем, операций и устройств некоторые студенты вместо прямой и точной глагольной формы сказуемого часто прибегают к сочетанию отглагольного существительного того же корня, что и глагол, из которого оно образовано, с глаголами типа «осуществлять», «производить», «оказывать», «подвергать» и т. д. Такие фразы утяжеляют речь. Например:

Не рекомендуется

Регулирование частоты колебаний мультивибратора осуществляется путем изменения напряжения смещения, подаваемого на базы транзисторов. Повышение температурной стабильности режима работы усилителя осуществляется включением термистора.

Рекомендуется

Частота мультивибратора регулируется напряжением смещения, подаваемого на базы транзисторов. Температурная стабильность режима работы усилителя повышается включением термистора.

Некоторые студенты злоупотребляют словосочетанием «имеет место» и глаголами «имеется», «предусмотрена» и «бывают» в значении «есть». Их следует заменять прямыми и точными словами. Например:

Не рекомендуется

Для крепления платы к блоку на её углах имеются отверстия. Наибольшие потери в изоляции имеют место на ВЧ.

Рекомендуется

Для крепления платы к блоку на её углах пробиты отверстия. Наибольшие потери в изоляции наблюдаются на ВЧ.

Если в первом левом предложении лишь упоминается о существовании отверстий, то в правом предложении при том же количестве слов содержится указание на способ их изготовления.

4.3. Написание и нумерация формул

Несложные однострочные ненумерованные формулы можно помещать внутрь текста. Например:

При $I_B > I_K / B_0$ транзистор насыщен.

В конце формул и в тексте перед ними знаки препинания расставляют в соответствии с правилами пунктуации, так как формула не нарушает грамматической структуры фразы.

Многострочные нумерованные формулы, а также формулы с *экспликациями* располагают на середине отдельной строки, причем пробелы сверху и снизу оставляют достаточными для того, чтобы формула отчетливо выделялась среди текста.

Появляющиеся в формулах новые символы должны быть расшифрованы в экспликации, помещаемой непосредственно под формулой. После формулы перед экспликацией ставят запятую. Первую строку экспликации начинают со слова «где», двоеточие после него не ставят. Расшифровку символов приводят в экспликации в той же последовательности, в какой они даны в формуле. Если правая часть формулы содержит дробь, то вначале расшифровывают символы числителя, а затем знаменателя. Расшифровку каждого символа дают с новой строки, выравнивая колонку строк по знаку тире, однако допустимо расположение символов в строку. В конце каждой строки ставят точку с запятой, а в конце последней строки – точку. Например:

Уравнение вольт-амперной характеристики идеального полупроводникового диода можно записать так:

$$i = I_s (e^{u/\varphi_T} - 1),$$

где I_s - ток насыщения;

φ_T - температурный потенциал.

В экспликации *расчетной формулы* после текста расшифровки символов необходимо приводить обозначения единиц физических величин, которые от текста отделяют запятой. Например:

Катушка с замкнутым магнитопроводом имеет индуктивность

$$L = (\mu_0 \mu_1 \omega s) / l,$$

где L — индуктивность, Гн; $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м; μ_1 — относительная магнитная проницаемость ферромагнетика; ω — число витков; s — поперечное сечение магнитопровода; l — длина средней линии индукции в магнитопроводе, м.

Формулы, на которые имеются ссылки в тексте (например, по которым в проекте многократно выполняют расчеты), нумеруют арабскими цифрами. Номер формулы заключают в круглые скобки и помещают у правого края полосы. Для формулы, представляющей собой дробь с горизонтальной чертой как знаком деления, номер формулы выравнивают посередине этой черты.

При ссылке в тексте на формулу указывают ее номер. Например: «... формуле (8)».

4.4. Таблицы и выводы

По способу оформления табличного материала различают таблицы и выводы.

Таблицей называют цифровой, реже текстовый или иллюстративный материал, сгруппированный в определенном порядке в колонки (графы), разделенные линейками. Важными достоинствами таблицы являются наглядность и компактность.

В таблицы сводят только такие данные, которые не поддаются воспроизведению в форме графиков, диаграмм или формул. Основные требования к таблицам: логичность и экономичность построения, удобство чтения, единообразие построения однотипных таблиц.

Таблица обычно состоит из следующих элементов (табл. 1.1): тематического заголовка, определяющего содержание таблицы; головки, состоящей из заголовков граф; строк — всей остальной части таблицы, у которой левую графу называют боковиком. Высота строк таблицы должна быть не менее 8 мм.

Таблица 1.1. Цены обмоточных проводов,
руб. за 1000 кг

Марка провода	Длина провода, мм				
	0,08	0,16	0,33	0,64	1,30
ПЭЛ	3000	1700	1350	1230	1090
ПЭВ-1	6220	3300	1690	1360	1125
ПЭВ-2	6400	3370	1730	1330	1145

Все таблицы в проекте нумеруют в пределах раздела арабскими цифрами. Основные заголовки в головке и в боковике пишут с прописной буквы, а подчиненные, расположенные ниже объединяющего их заголовка, – со строчной.

В зависимости от сложности и назначения таблицы в ней могут отсутствовать некоторые из указанных элементов. Например, у таблицы, которая нужна только по ходу чтения текста и лишена самостоятельного значения, может отсутствовать тематический заголовок. Тематический заголовок не нужен, если таблица составляет содержание параграфа или другого подраздела. В этом случае заголовок подраздела заменяет заголовок таблицы. В простых таблицах могут отсутствовать головка или боковик.

Табл. 1.2 и 1.3 иллюстрируют оформление в проекте таблицы с результатами расчета и выбора резисторов и конденсаторов для усилительного каскада.

Таблица 1.2

Обозначение резистора	Расчетное значение		Тип	Номинальное значение		
	сопротивления, кОм	мощности, Вт		сопротивления, кОм	отклонения, %	мощности, Вт
R_K	4,6	0,01	C2-23	4,64	±1	0,062
$R_{Э}$	0,35	0,73	МЛТ-1	0,348	±2	1,0
$R_{Б1}$	4,2	0,02	C2-23	4,22	±1	0,062
$R_{Б2}$	0,38	0,001	C2-23	0,383	±1	0,062
$R_{Ф}$	0,93	0,01	C2-23	0,931	±1	0,062

Таблица 1.3

Обозначение конденсатора	Расчетное значение		Тип	Номинальное значение		
	емкости, мкФ	напряжения, В		емкости, мкФ	отклонения, %	напряжения, В
C_p	70	6	K50-6	100		10
$C_{Ф}$	60	20	K50-3	100	±10 ±10	25
$C_{Э}$	31	2	K50-6	50		6

Вывод – таблица, колонки которой разделяют не линейками, а пробелами. Вывод содержит небольшое число колонок, чаще всего две. Как правило, у вывода нет тематического заголовка. Вывод не нумеруется, так как он непосредственно продолжает текст и входит в синтаксический строй предшествующего выводу предложения.

В проекте в форме выводов приводят основные данные полупроводниковых приборов, интегральных микросхем, функциональных элементов и узлов. Например:

Требованиям, предъявляемым к транзистору каскада, отвечает транзистор типа КТ203В, который имеет следующие основные данные:

Предельная частота усиления в схеме ОБ ... 5 мГц.

Коэффициент усиления тока базы в режиме малого сигнала, не менее ... 38—200.

Предельное напряжение эмиттер — база 10 В.

Ток коллектора 10 м А.

4.5. Ссылки на литературу

При разработке проектов, создании научных трудов и т. п. широко используют различные литературные источники, из которых заимствуют теоретические положения, результаты экспериментальных исследований, методы расчета, цитаты, справочные данные и др. Принято указывать источники заимствования, т. е. делать на них ссылки, позволяющие читателю ознакомиться с этим источником при критическом разборе работы или для углубления своих знаний в данной области.

Ссылку на литературный источник в тексте сопровождают порядковым номером, под которым этот источник включен в общий указатель (список) литературы. Номер источника в тексте заключают в прямые скобки.

Например:

Расчет многокаскадного усилителя начинают [3] с определения числа каскадов и их основных параметров.

Распространенной ошибкой в курсовых и дипломных проектах является отсутствие ссылок на литературные источники. Но встречаются проекты, в которых буквально перед каждой формулой имеется ссылка на литературный источник. При расчете какой-либо электронной схемы ссылку на источник, из которого заимствован метод расчета, следует делать только один раз, в начале расчета.

При ссылке на литературный источник можно не приводить в проекте схемы, диаграммы, характеристики, формулы и др., которые используются при расчетах или описываются в тексте.

Не следует делать ссылки на источник при использовании общеизвестных формул, ясных теоретических положений. Необходимо ссылаться на источник при заимствовании эмпирических формул.

Не рекомендуется делать ссылки в тексте на неопубликованные материалы (например на конспекты лекций).

4.6. Указатель литературы

В указатель (список) литературы, снабженный заголовком «Литература», включают все использованные при работе над проектом источники. Источники следует располагать в порядке появления первых ссылок на них в тексте.

Сведения о книгах должны включать: фамилию и инициалы автора, заглавие книги, место издания, издательство, год издания и количество страниц. Фамилию автора следует указывать в именительном падеже. При наличии трех и более авторов допускается указывать фамилию и инициалы только первого из них и слова «и др.». Заглавие книги следует приводить в том виде, в каком оно дано на титульном листе книги. Наименование места издания необходимо приводить полностью в именительном падеже. Допускается сокращение только двух городов: Москва (М.) и Санкт-Петербург (СПб). Например:

1. Степаненко И. П. *Основы теории транзисторов и транзисторных схем* / И. П. Степаненко. – М.: Энергия, 1977. – 225 с.
2. Галкин, В. А. *Цифровая мобильная радиосвязь: учеб. пособие для вузов* / В. А. Галкин. – М.: Горячая линия-Телеком, 2007. – 432 с. – ISBN 5-93517-252-6.

Номер ISBN указывается для всех изданий, вышедших после 1990 г.

Если на титульном листе книги автор (авторы) не указан (справочники, коллективные труды и т. п.), но указан редактор, то ссылку начинают с названия книги, затем приводят инициалы и фамилию редактора, а дальше указывают те же элементы и в той же последовательности, что и при ссылке на книгу под фамилией автора. Например:

- Справочник по интегральным микросхемам* / под ред. Б. В. Тарабрина. – М.: Энергия, 1980. – 234 с.

Сведения о статье из журнала (или другого периодического издания) должны включать: фамилию и инициалы автора, заглавие статьи, наименование журнала, наименование серии (если таковая имеется), год выпуска, номер журнала и количество страниц в статье. Например:

1. Илиодоров, В. Дробные делители и умножители частоты / В. Д. Илиодоров // Радио. – 1981. – № 9. – С. 6 – 14.

2. Иванченко, Е. Д. Нелинейные искажения в усилителях на транзисторах // Полупроводниковые приборы в технике электросвязи / Е. Д. Иванченко; под ред. И. Ф. Николаевского. — М.: Связь, 1968, вып. 2. — С. 65 – 87.

Сведения о промышленных каталогах, прейскурантах и других подобных документах должны включать: заглавие, вид документа, город, организацию, выпустившую документ, год выпуска. Например:

Прейскурант № 36—05(08). Оптовые цены на радиодетали общего применения. Введ. с 1 января 1982 г. — М.: Прейскурант-издат, 1981.

5. ТРЕБОВАНИЯ К ИЛЛЮСТРАТИВНО-ГРАФИЧЕСКОМУ МАТЕРИАЛУ

5.1. Нумерация, размещение рисунков в тексте и ссылки на них

В пояснительной записке проекта иллюстрацию независимо от ее содержания (схема, чертеж, диаграмма, фотография) называют рисунком. Другие обозначения иллюстрации, например черт. 2, фот. 2 и т. п., не допускаются.

Рисунки нумеруют в порядке их расположения в тексте: рисунок 1, рисунок 2 и т. д. Применяется сквозная нумерация в пределах раздела. Рисунки выполняют на том же листе, что и основной текст с помощью карандаша или туши. Допускается выполнение на отдельных страницах или вклейках большого формата. Такие листы включают в общую нумерацию страниц.

Рисунок нужно помещать около текста, в котором впервые о нем упоминается. Но это указание не препятствует объединению нескольких рисунков на листе формата А4, которые по возможности нужно стремиться размещать ближе к тексту. Рисунки необходимо помещать так, чтобы их можно было рассматривать, не поворачивая записку. Если такое размещение затруднено, рисунки располагают так, чтобы для их рассмотрения записку надо было бы повернуть по часовой стрелке.

Ссылку на рисунок рекомендуется не оформлять отдельным предложением, которое иногда лишь дублирует подпись к рисунку, а ставить в текст на место, удобное для перерыва в чтении, в виде заключенных в круглые скобки слова «рисунок» и номера рисунка. Например:

Не рекомендуется

На рисунке 2 показан одновибратор с эмиттерной связью, задерживающий импульс на 5 мс. На рисунке 6 изображены выходные характеристики транзистора КТ 815, которые используются для расчета каскада.

Рекомендуется

Одновибратор с эмиттерной связью (рисунок 2), задерживает импульс на 5 мс. Для расчета каскада используются выходные характеристики транзистора КТ 815 (рисунок 6).

Если ссылка делается на рисунок, отдаленный от места, где он упоминается, например вторично, следует помещать «см.». Например: в каскаде ОЭ (рисунок 8), так же как и в каскаде ОБ (см. рисунок 4), сопротивление нагрузки включается в цепь коллектора.

5.2. Изготовление рисунков и текста к ним

Количество иллюстраций в проекте определяется его содержанием и должно быть достаточным для того, чтобы придать изложению ясность и конкретность, помочь читателю полнее и глубже понять его содержание.

Между рисунком и текстом должна существовать органическая связь: рисунок дополняет и обогащает текст, а текст разъясняет рисунок. В проекте рисунки (чертежи, схемы и т. п.) выполняют научно-познавательные функции и их графика должна соответствовать комплексу государственных стандартов, входящих в единую систему конструкторской документации (ЕСКД).

Рисунки выполняют на листах с текстом или на отдельных листах формата А4 карандашом, черными чернилами или черной тушью с помощью чертежных принадлежностей.

Рисунки при необходимости могут иметь *наименование* и *поясняющие данные* (подрисуночный текст). Наименование помещают над рисунком, поясняющие данные – под ним. Номер рисунка указывают перед поясняющими данными, после слова «рисунок», например рисунок 5 и т. п.

В дипломных проектах, как и в других научно-технических трудах,

рекомендуется избегать текстовых надписей на рисунках. Элементы рисунка обозначают цифрой на линии-выноске, которая другим своим концом указывает обозначаемый элемент. Цифровые обозначения поясняют в тексте или под рисунком.

5.3. Основные сведения о диаграммах

Диаграммы, называемые также графиками, представляют собой наиболее удобный и наглядный способ представления информации о функциональных зависимостях. Для повышения информативности диаграммы необходимо изготавливать по общепринятым правилам (ГОСТ 2.319 – 81).

В проекте электронного устройства диаграммы обычно используют:

- а) для иллюстрации функциональных зависимостей, определивших некоторое техническое решение;
- б) для показа временных процессов;
- в) для расчета элементов и режимов;
- г) для изображения характеристик.

По диаграммам, отнесенным к п. «а» и «б», расчетов не производят, поэтому они обычно не имеют ни числовых шкал на осях координат, ни координатной сетки (рис. 5.1). В диаграмме без шкал оси координат заканчивают стрелками, указывающими направления возрастания значений величин. Символы, откладываемые на осях величин, пишут вблизи стрелок вне поля диаграммы.

Линию функциональной зависимости (кривую) выполняют примерно вдвое толще, чем линии осей.

Диаграммы, используемые для расчетов, обычно имеют координатную сетку (рис. 5.2), шаг которой соответствует масштабу шкал осей. Линии координатной сетки выполняют примерно вдвое тоньше, чем линии осей.

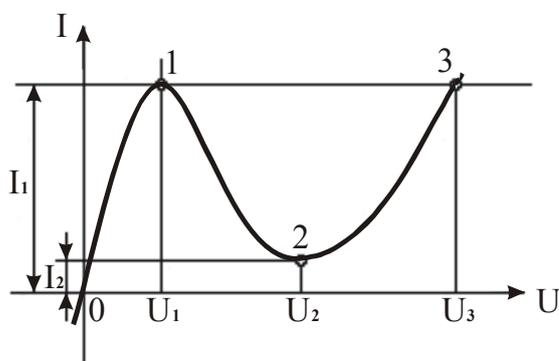


Рис. 5.1. Диаграмма для информационного изображения функциональной зависимости

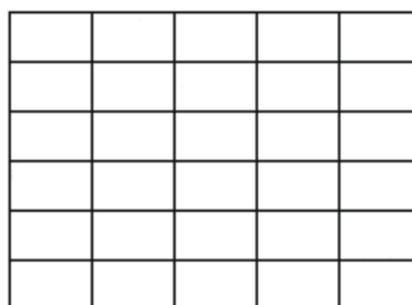


Рис. 5.2. Правильно выполненная координатная сетка: толщина линии осей – S , толщина линий сетки – $S/2$

Числа на шкалах пишут за пределами рамки диаграммы, обязательно указывая первое и последнее числа шкалы. Числа проставляют равномерно, причем количество чисел на шкалах должно быть умеренным (рис. 5.3). Если числа проставлены плотно, то они зрительно сливаются. Если же шкала оцифрована редко, то пользование диаграммой затруднено из-за необходимости вычислять промежуточные значения шкалы.

В диаграмме со шкалами символы откладываемых на осях величин помещают у середины шкалы с ее внешней стороны, а единицы измерения величин указывают в конце шкалы между предпоследним и последним числами (рис. 5.4), причем при недостатке места допускается не наносить предпоследнее число. Если же указаны наименования откладываемых по осям величин, то их единицы измерения наносят вместе с наименованием после запятой (рис. 5.5). При объединении символа с обозначением единицы измерения в виде дроби их помещают в конце шкалы за последним числом (рис. 5.6). На рис. 5.7, 5.8 приведены примеры оформления шкал, содержащих дробные и отрицательные числа.

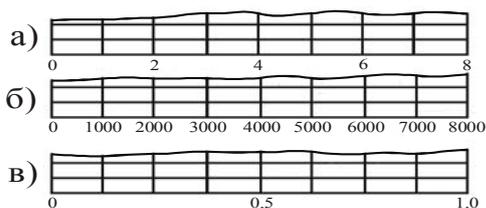


Рис. 5.3. Шкала диаграммы построена правильно (а), шкалы построены неудачно: проставлены лишние числа (б), недостаточно чисел (в)

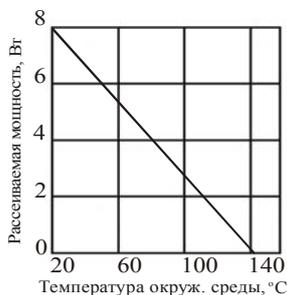


Рис. 5.5. Тепловая характеристика радиатора для транзистора с предельной температурой перехода 125°C

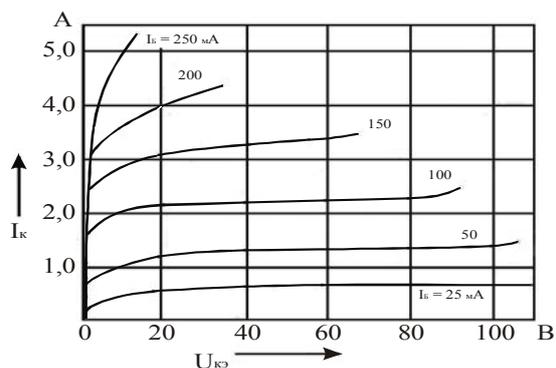


Рис. 5.4. Выходные статические характеристики транзистора КТ805

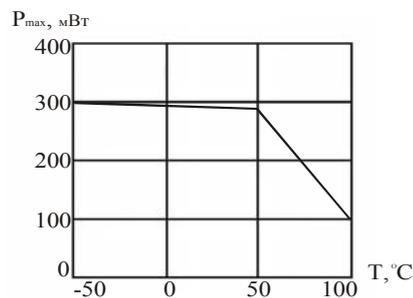


Рис. 5.6. Зависимость допустимой рассеиваемой мощности на стабилитронах КС156А и КС168А от температуры

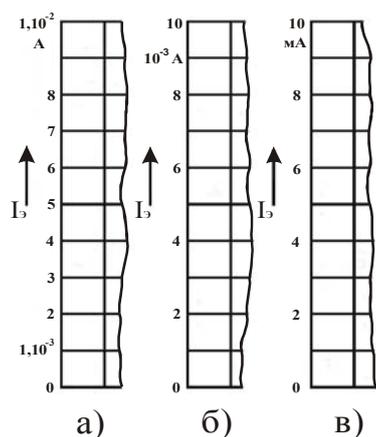


Рис. 5.7. Множитель 10^3 введен в шкалу (а), введен в размерность (б), заменен приставкой, образующей дольную единицу (в)

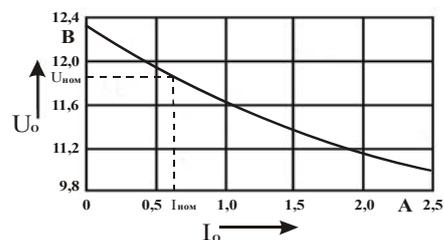


Рис. 5.8. Нагрузочная характеристика выпрямителя

5.4. Экспериментальные диаграммы и осциллограммы

В дипломных проектах и работах с экспериментальным разделом обычно имеются экспериментальные диаграммы и осциллограммы, содержащие информацию об основных результатах экспериментального исследования.

Экспериментальные диаграммы строят по точкам, каждая из которых фиксирует результат одного (или среднего из серии) измерения.

Для обозначения точек применяют различные условные знаки (рис. 5.9), которые на диаграмму наносят так, чтобы результат измерения совпадал с центром тяжести знака. Правый на рис. 5.9 знак применяют, когда хотят показать дисперсию измеряемой величины. Расстояние от центра знака до горизонтального штриха равно среднему квадратическому отклонению. Условные знаки не должны перечеркиваться линиями координатной сетки и кривыми.



Рис. 5.9. Знаки, рекомендуемые для показа точек на экспериментальных диаграммах

Показ точек на экспериментальной диаграмме обязателен (рис. 5.10). По количеству точек, их расположению относительно наиболее вероятного хода экспериментальной кривой на основе теоретических представлений можно сделать выводы о достаточности частоты измерений, соответствии

точности приборов эксперименту, правильности метода эксперимента, характере погрешности и т. д.

В электрических системах функциональные зависимости, исключая процессы коммутации и регенерации, отображаются гладкими кривыми. Но из-за погрешностей измерений некоторые или даже большинство точек оказываются вне гладкой кривой. Поэтому неправильно проводить кривую через все точки, так как возникает неопределенность в ее проведении. Можно полагать, что с наибольшей вероятностью истинную функциональную зависимость отображает та кривая, от которой суммарные отклонения ординат точек, лежащих над кривой и под кривой, равны.

Если на диаграмме изображают две и более кривые, то для каждой кривой точки обозначают своими знаками, чтобы принадлежность точек была очевидна (см. рис. 5.10).

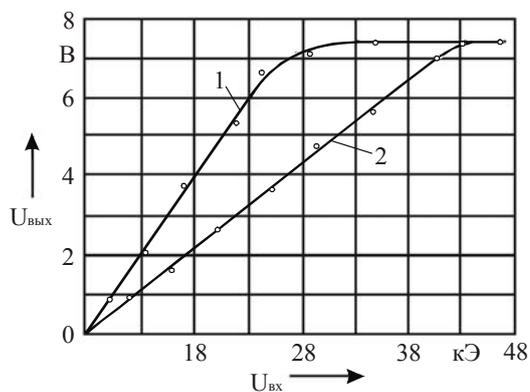


Рис. 5.10. Амплитудная характеристика усилителя без обратной связи (1) и с отрицательной обратной связью (2)

Осциллограммы при исследованиях обычно получают фотографированием с экрана осциллографа, снабженного координатной сеткой. Обработка осциллограммы при этом минимальна и сводится к указанию цены деления или нанесению на осциллограмму цифровых шкал.

Однако в студенческой исследовательской практике фотоспособ получения осциллограмм мало распространен. Чаще осциллограммы рисуют на кальку, накладывая ее на экран осциллографа. С полученного этим способом оригинала затем снимают копию на лист кальки стандартного формата А4.

Осциллограмму следует снабжать координатной сеткой (рис. 5.11), на которой выделяют линию развертки (ось абсцисс), совмещенную при потенциальном входе осциллографа с одной из горизонтальных линий

координатной сетки экрана. Цифровые шкалы на осциллограммы наносят так же, как на диаграммы.

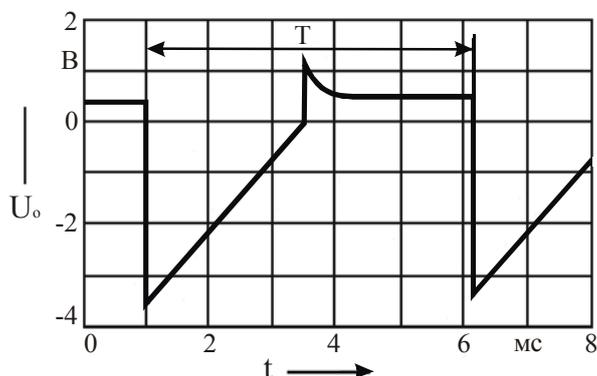


Рис. 5.11. Осциллограмма напряжений на базе транзистора в мультивибраторе

При регистрации периодического процесса на осциллограмме показывают интервал, превышающий период, причем слева должна быть видна часть предыдущего, а справа – часть следующего периода.

5.5. Построение логарифмических шкал

Если откладываемая на оси диаграммы величина N изменяется в широком диапазоне, то применяют логарифмическую шкалу (рис. 5.12). В проектах наиболее часто в логарифмическом масштабе откладывают частоту на амплитудно-частотных, фазочастотных характеристиках, напряжения на амплитудных характеристиках усилителей и др. Для построения логарифмических шкал применяют систему десятичных логарифмов. Отрезок шкалы, на котором величина изменяется в десять раз, называют декадой. Линии, разграничивающие декады, делают толще.

Используемая для построения шкалы мера l пропорциональна логарифму откладываемой на оси величины N

$$l(N) = M \lg N,$$

где M – масштабный коэффициент шкалы, равный длине декады.

Если на оси диаграммы длиной L нужно разместить m декад, то, очевидно, $M=L/m$. На логарифмической шкале указывают не логарифм числа, а само число. Шкала начинается с числа 10^n , где n – нуль или любое целое число. Разработка логарифмической шкалы сводится к разработке первой декады, так как вся шкала состоит из ряда декад, отличающихся лишь тем, что числа шкалы каждой последующей декады увеличены на один порядок по сравнению с предыдущей (см. рис. 5.12). Шкала в

пределах декады должна быть оцифрована равномерно, а количество чисел на шкалах декад – одинаково.



Рис. 5.12. На оси абсцисс диаграммы построена логарифмическая шкала

При расчете и анализе систем автоматического регулирования применяют логарифмические *амплитудно-частотные характеристики* (ЛАХ), на осях абсцисс которых откладывают логарифмы частоты, а на осях ординат – логарифмы относительных амплитуд. Логарифмические характеристики имеют то преимущество, что для многих простых систем их приближенно аппроксимируют отрезками прямых, а перемножение двух передаточных функций сводится к сложению ординат двух логарифмических амплитудно-частотных и фазочастотных характеристик.

6. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ЧЕРТЕЖЕЙ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА И ПРАВИЛА ИХ ВЫПОЛНЕНИЯ

6.1. Размещение чертежей на бумажном листе

Форматом чертежа называют размер обрезанного листа бумаги, на котором выполнен чертеж (см. таблицу).

Обозначение формата	A0	A1	A2	A3	A4
Размеры сторон формата, мм	841X1189	594X841	420X594	297X420	210X297

Примечание: при необходимости допускается применять формат A5 с размерами сторон 148×210 мм.

Листы формата А1 делят (не разрезая) на более мелкие форматы, разграничивая их тонкими линиями обреза или делительными штрихами длиной 7 – 10 мм, наносимыми на углах выделяемых форматов (рис. 6.1). Внутри формата проводят рамку, оставляя с трех сторон поля шириной 5 мм, а с четвертой стороны, с которой чертеж может вставляться в корешок при брошюровании, – поле шириной 25 мм.

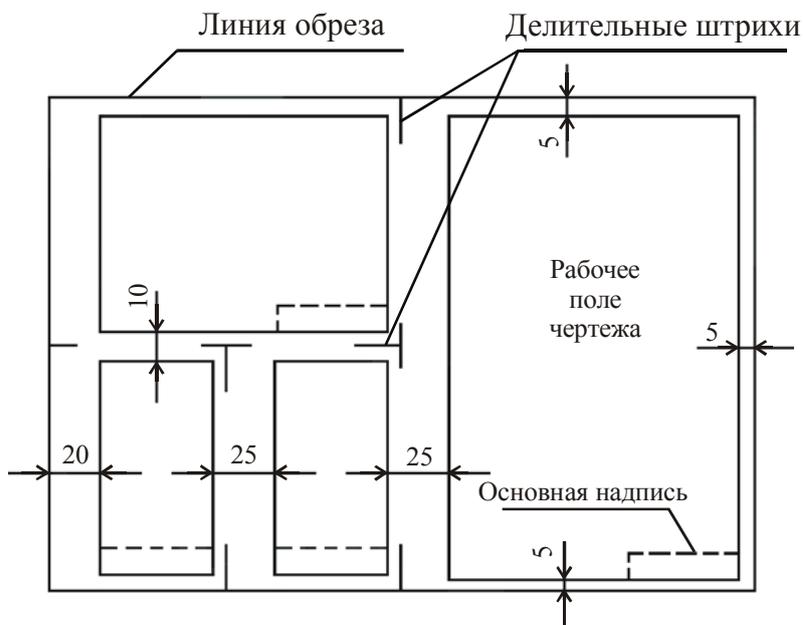


Рис. 6.1. Выделение форматов и нанесение рамок на бумажный лист

При рассматривании чертежа поле для брошюрования должно находиться слева от рабочего поля. У формата А4 поле для брошюрования оставляют на длинной стороне.

Выбирая формат и масштаб, следует учитывать, что нормально заполненным считают такой чертеж, на котором графические изображения занимают не менее 75 % его рабочего поля.

6.2. Основные надписи

Содержание, расположение и размеры граф основных надписей на чертежах, схемах и текстовых документах установлены ГОСТ 2.104–68. Основные надписи располагают в правом нижнем углу конструкторских документов. На листах формата А4 основные надписи наносят вдоль короткой стороны листа.

Основную надпись на чертежах и схемах выполняют по форме 1, на первом и заглавном листах текстовых конструкторских документов – по форме 2, на последующих листах текстовых конструкторских документов – по форме 2а (рис. 6.2).

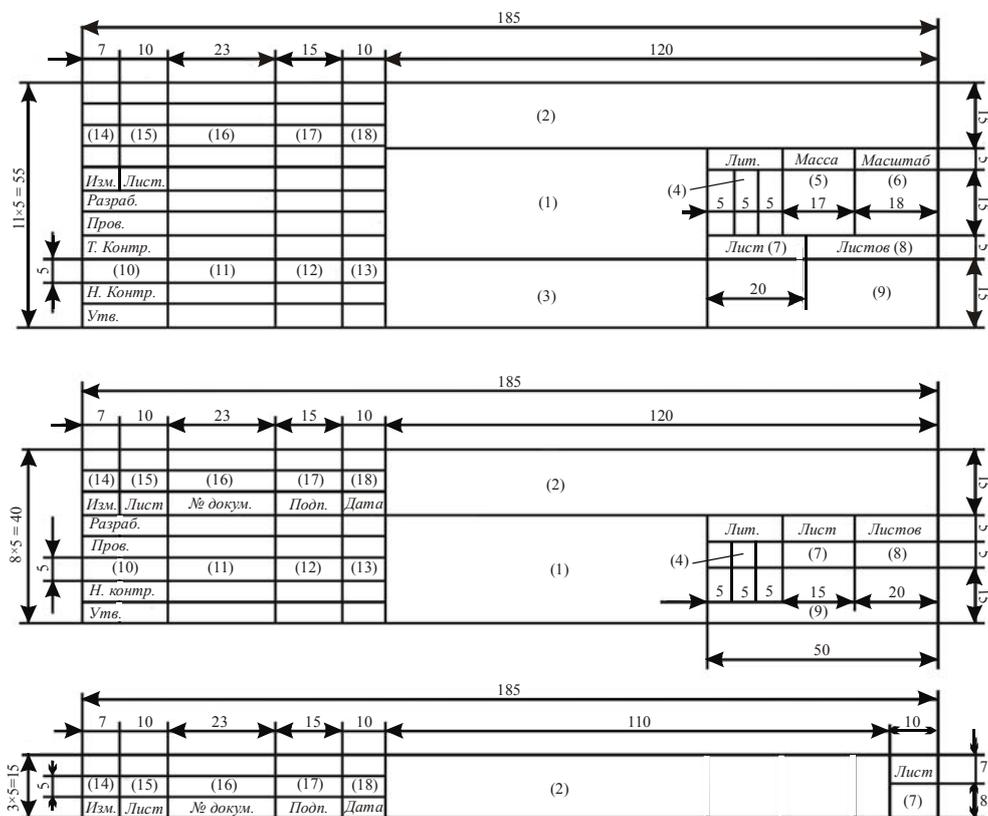


Рис. 6.2. Основные надписи

В графах основной надписи (номера граф на формах заключены в скобки) указывают:

- в графе 1 – наименование изделия (детали, сборочной единицы и т.д.), а также наименование документа в именительном падеже единственного числа. Стабилизированный ВИП. Схема электрическая принципиальная;
- в графе 2 – обозначение документа по ГОСТ 2.201–80 (заполнение в документах курсового проекта определяет кафедра);
- в графе 3 – обозначение материала детали (графу заполняют только на чертежах деталей);
- в графе 4 – литеру документа;
- в графе 6 – масштаб;
- в графе 7 – порядковый номер листа;
- в графе 8 – общее количество листов документа.

6.3. Выполнение чертежей принципиальных электрических схем

Правила построения и выполнения принципиальных электрических схем установлены стандартами ЕСКД (ГОСТ 2.701-76, 2.705-75). Чтобы правильно и быстро начертить принципиальную электрическую схему, необходимо знать следующие основные правила:

1. Все элементы ЭУ (ЭРЭ и ИМС) на схеме изображают в виде условных графических обозначений, установленных в стандартах ЕСКД.
2. Условные графические обозначения изображают в размерах, установленных в стандартах на условные графические обозначения.

Допускается размеры условных графических обозначений увеличивать при вписывании в них поясняющих знаков (обозначения микросхем и т.п.).

Графические обозначения элементов и соединяющие их линии электрической связи следует располагать на схеме так, чтобы обеспечить наилучшее представление о структуре и действии ЭУ. Линии связи должны состоять из горизонтальных и вертикальных отрезков и иметь наименьшее количество изломов и пересечений. Расстояние между соседними параллельными линиями связи должно быть не менее 3 мм.

Наглядность, удобочитаемость схемы – важные ее достоинства. Хаотичное расположение элементов схемы, неудачная трассировка линий связи между ними с большим числом поворотов и пересечений, нетрадиционное изображение типовых схем – все это делает схему трудно понимаемой. Напротив, схемы, у которых условные обозначения элементов, линии связи выровнены по горизонтали и по вертикали, трассы линий связи проложены экономно, легко читаются и их действие постигается значительно быстрее. На рис. 6.3. показан фрагмент неправильно и правильно вычерченной схемы.

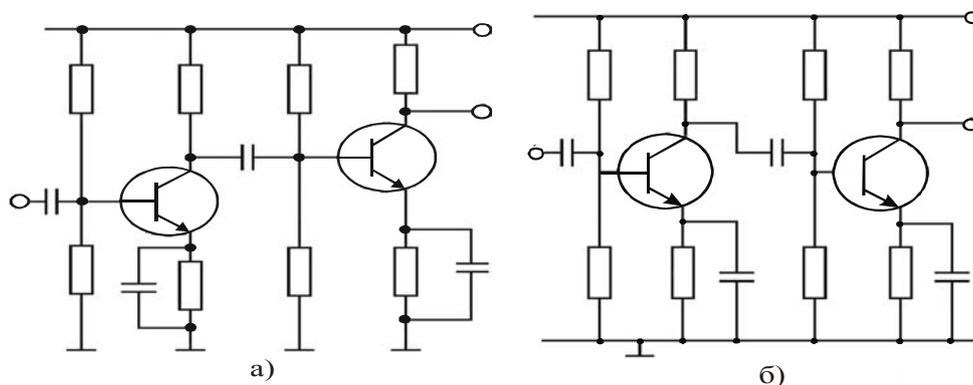


Рис. 6.3. Элементы схемы не выровнены по горизонтали, изображение каскадов разное, ненужные повороты линий связи (а), элементы схемы размещены и соединены рационально (б)

Графические обозначения элементов следует выполнять линиями той же толщины, что и линии связи. Линии связи выполняют толщиной от 0,2 до 1,0 мм в зависимости от формата схем и графических обозначений. Рекомендуемая толщина линий от 0,3 до 0,4 мм.

В соответствии с ГОСТ 2.751-73 в узлах электрической связи необходимо показать точки в виде зачерненных кружков. Особенно важно отчетливо показывать точки в местах пересечения линий.

Порой бывает трудно понять действие ЭУ только потому, что на небрежно изготовленной схеме (в особенности на ее копии) в месте пересечения линий нет отчетливо видимых точек и неясно, имеются ли между ними электрические связи.

Экспериментальный макет ЭУ, собранный по схеме, на которой ошибочно нанесена всего одна такая точка, окажется не работающим и потребуются время, иногда значительное, чтобы установить причину его бездействия. Несомненно, с хорошо видимыми точками схема более рельефна и читается легче. Указанные ошибки исключаются, если в соответствии с ГОСТ 2.751-73 на схеме применять только Т-образные соединения.

При изготовлении схем, имеющих входы и выходы, входы, как правило, располагают слева, а выходы – справа. На полной принципиальной схеме ЭУ, вычерчиваемой обычно на листе ватмана, могут быть отображены конструктивные особенности устройства: показано разбиение схемы по платам, даны условные обозначения видов соединений (соединители, клеммы, переключатели и т.п.), указаны механические связи между электрическими элементами, способы регулирования параметров элементов, применение экранирования.

Вычерчивая схему, следует предусматривать около условных обозначений элементов место для записи их позиционных обозначений.

Практика показывает, что не удается удовлетворительно вычертить полную принципиальную электрическую схему ЭУ, имея ее фрагменты в виде схем входящих в нее функциональных элементов. Нужен черновой набросок полной схемы, ее эскиз. Часто автора схемы устраивает только второй или даже третий эскиз. Ситуация для творчества обычная.

Для быстрого нахождения упоминаемых в тексте элементов на схеме принята *позиционная система* их нумерации (ГОСТ 2.702-75). По этой системе порядковые номера элементам схем следует присваивать начиная с единицы в пределах каждого вида элементов (резисторы, конденсаторы,

полупроводниковые приборы и т.д.), которым на схеме дано одинаковое буквенное обозначение, например R1, R2, R3; C1, C2, C3 и т.д. Порядковые номера присваивают в соответствии с последовательностью расположения элементов на схеме сверху вниз в направлении слева направо (рис. 6.4).

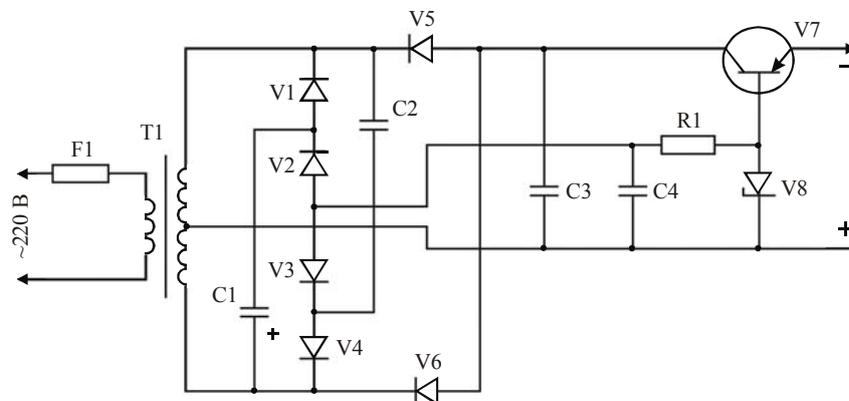


Рис. 6.4. Нумерация элементов на схеме стабилизированного источника постоянного напряжения

Позиционные обозначения проставляют на схеме рядом с условными графическими обозначениями элементов с правой стороны или над ними.

Около условных графических обозначений элементов допускается указывать номиналы резисторов, конденсаторов и катушек индуктивности, а также маркировку электровакуумных, ионных, полупроводниковых приборов и микросхем (рис. 6.5).

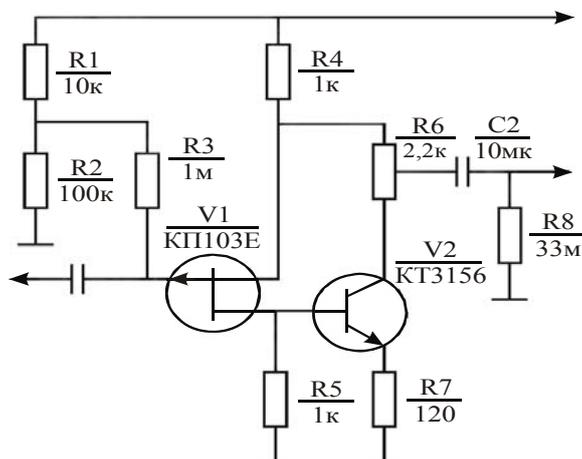


Рис. 6.5. Пример записи номиналов резисторов, конденсаторов и маркировки транзисторов на схеме усилителя

Для разгрузки принципиальной схемы от излишних надписей применяют упрощенный способ обозначения единиц измерения величин (ГОСТ 2.702-75):

Сопротивлений

от 0 до 999 Ом	– без указания единицы измерения,
от $1 \cdot 10^3$ до $999 \cdot 10^3$ Ом	– в килоомах с обозначением единицы измерения строчной буквой к,
от $1 \cdot 10^6$ до $999 \cdot 10^6$ Ом	– в мегаомах с обозначением единицы измерения прописной буквой М,
свыше $1 \cdot 10^9$ Ом	– в гигаомах с обозначением единицы измерения прописной буквой Г.

Емкостей

от 0 до $9999 \cdot 10^{-12}$ Ф	– в пикофарадах без указания единицы измерения,
от $1 \cdot 10^{-8}$ до $9999 \cdot 10^{-6}$ Ф	– в микрофарадах с обозначением единицы измерения строчными буквами мк.

В условных обозначениях резисторов могут быть нанесены символы, показывающие номинальную мощность резисторов.

Если для принципиальной схемы разработан перечень элементов, то дополнительную информацию на схеме не помещают.

6.4. Перечень элементов принципиальной схемы

Данные об элементах принципиальной схемы, полученные в результате электрического расчета и выбора типов номиналов элементов, записывают в перечень элементов. Перечень выполняют в виде таблицы (рис. 6.6) либо на листе ватмана с изображением полной принципиальной схемы, либо на листах формата А4 самостоятельным документом, который помещают в пояснительную записку.

<i>Поз. Обозначение</i>	<i>Наименование</i>	<i>Кол.</i>	<i>Примечание</i>
20	110	10	45

Рис. 6.6. Головка таблицы перечня элементов схемы

Связь перечня с условными графическими обозначениями элементов на схеме осуществляется через позиционные обозначения элементов. Если перечень элементов помещают на листе со схемой, его располагают, как правило, над основной надписью. Расстояние между перечнем элементов и основной надписью должно быть не менее 12 мм. Продолжение перечня элементов помещают слева от основной надписи, повторяя заголовок таблицы.

Элементы в перечень записывают группами в алфавитном порядке буквенных позиционных обозначений. Наименования элементов указывают в графе «Наименование» в виде общего заголовка группы (рис. 6.7). В пределах каждой группы элементы располагают по возрастанию порядковых номеров.

<i>Поз. Обозначение</i>	<i>Наименование</i>	<i>Кол</i>	<i>Примечание</i>
	<i>Резисторы</i>		
<i>R1</i>	<i>ОМЛТ-0,5-200 Ом±10%ГОСТ</i>	<i>1</i>	
<i>R2</i>	<i>ПЭВ-10 -3кОм±5%ГОСТ</i>	<i>1</i>	
<i>R3, R4</i>	<i>МЛТ-0,125-510±2%ГОСТ</i>	<i>2</i>	

Рис. 6.7. Пример записи в «Перечень элементов» группы резисторов

6.5. Содержание чертежа общего вида

В соответствии с ГОСТ 2.119-73 чертеж общего вида электронного устройства должен содержать:

- а) изображения (виды, разрезы) и надписи, позволяющие получить представление о его конструкции;
- б) наименования, а также обозначения его основных составных частей;
- в) размеры и другие наносимые на изображения данные (при необходимости).

Виды разрабатываемого устройства следует изображать в *ортогональных проекциях*. Главным должен быть вид на лицевую панель.

Если электронное устройство имеет кожух, то для изображения на видах основной несущей конструкции (шасси, каркас и т. п.) и размещаемых на ней крупных ЭРЭ (мощные полупроводниковые приборы, конденсаторы, коммутационные устройства и др.), сборочных единиц (печатные узлы, трансформаторы и др.), теплорассеивающих и теплоотводящих элементов (радиаторы, тепловые трубы и др.), конструктивных элементов (детали из металлов, пластмасс и т. п.) соответствующие стенки кожуха допускается не показывать, о чем над изображением делают надпись, например: «стенка кожуха не показана».

Количество видов, разрезов устанавливает разработчик: при объемной компоновке изделия оно обычно должно быть не меньше трех.

Изображать общий вид в перспективе или аксонометрии не рекомендуется, так как одна проекция не дает ясного представления о конструкции и компоновке изделия, а построение нескольких проекций трудоемко и требует много места.

Как правило, на чертеже общего вида показывают только габаритные, установочные и присоединительные размеры.

На чертежах общего вида изображения выполняют с максимальными упрощениями, предусмотренными стандартами ЕСКД для рабочих чертежей.

Внешние очертания изделия, как правило, следует упрощать, не изображая мелких выступов, впадин и т. п.

Составные части изделия, в том числе и заимствованные (ранее разработанные), и покупные, необходимо изображать с упрощениями (иногда в виде контурных очертаний), если при этом обеспечено понимание конструктивного устройства разрабатываемого изделия.

Не следует показывать ЭРЭ, установленные на печатной плате, если на плату есть отдельный чертеж. Достаточно объем, занимаемый навесными элементами ПП, выделить на видах штрихпунктирными линиями и пояснить их надписями «границы монтажа».

Допускается не показывать:

- а) провода, соединяющие электрорадиоэлементы;
- б) фаски, скругления, проточки, углубления, выступы, накатки, насечки и другие мелкие элементы на составных частях изделия;
- в) мелкие винты, гайки, шайбы, заклепки, сварные и другие неразъемные соединения;
- г) шкалы стрелочных приборов, деления на лимбах и нониусах.

Перечисленные упрощения существенно уменьшают объем чертежных работ, позволяют основное внимание уделить конструкторской разработке изделия в целом, компоновке его составных частей с учетом многочисленных и разнообразных требований, предъявляемых к электронной аппаратуре.

Наименования и обозначения составных частей изделия на чертежах общего вида указывают одним из следующих способов:

- а) на полках линий-выносок, проводимых от изображений составных частей (рис. 6.8);
- б) в таблице, размещаемой на листе чертежа общего вида;
- в) в таблице, выполненной на отдельных листах формата А4 в качестве последующих листов чертежа общего вида.

Выбор способа определяется сложностью изделия. При небольшом количестве составных частей (примерно до десяти) приемлем первый способ. Второй способ удобен, если число составных частей не превышает 25 – 30. Габариты изделия при таком количестве составных частей обычно невелики и на чертеже есть место для таблицы. При большом количестве составных частей применяют третий способ.

При наличии таблицы на полке линии-выноски пишут только номер позиции составной части, под которым она внесена в таблицу. Номер указывают на том изображении, на котором проекция составной части дает о ней наилучшее представление. Номера позиций располагают вне контура изображения и группируют в колонку и (или) в строчку по возможности в одну линию.

Размер шрифта номеров позиций должен быть на один – два номера больше, чем размер шрифта, принятого на чертеже для размерных чисел.

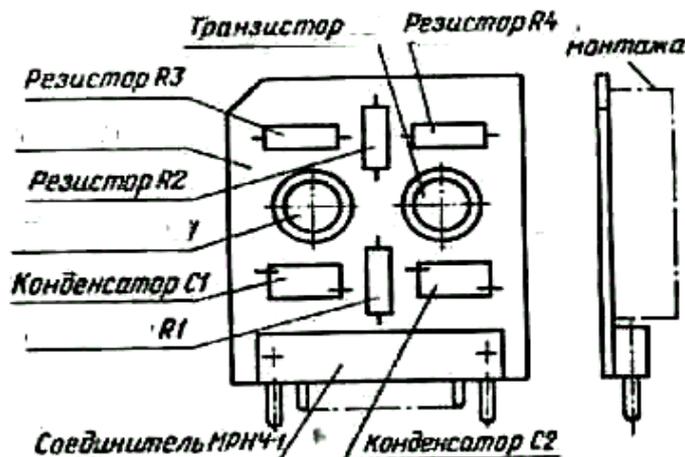


Рис. 6.8. Сборочный чертеж

Таблицу (рис. 6.9) на чертеже общего вида располагают, как правило, над основной надписью. Между основной надписью и таблицей должен быть промежуток 12 мм. Вне чертежа таблицу изготавливают на листах писчей бумаги или кальки, имеющих рамку, основную надпись, и брошюруют вместе с другими листами пояснительной записки.

В графах таблицы производят следующие записи (рис. 6.10). В графе «Позиция» составным частям присваивают порядковый номер позиций. В графе «Обозначение» указывают позиционные обозначения электрорадиоэлементов на принципиальной электрической схеме, идентифицируя тем самым объекты принципиальной схемы и чертежа общего вида. В графе «Наименование» указывают полное наименование составных частей, перечисляемых только в данной таблице, и сокращенное – электрорадио-

элементов, полное наименование которых приведено в перечне элементов принципиальной схемы. В графе «Примечания» дают дополнительные сведения.

<i>Позиция</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Наименование</i>	<i>Кол.</i>	<i>Примечание</i>
20	20	70	10	65

Рис. 6.9. Бланк перечня элементов для чертежа общего вида

Составные части в таблицу рекомендуется записывать в следующем порядке:

- заимствованные изделия;
- покупные изделия;
- вновь разрабатываемые изделия.

В таблицу не записывают составные части, которые не показаны на данном чертеже. На общих видах электронного устройства обычно не показывают миниатюрные элементы печатных узлов (ячеек). Ячейку вносят в таблицу как единую составную часть и разрабатывают на нее свой сборочный чертеж.

<i>Позиция</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Наименование</i>	<i>Кол.</i>	<i>Примечание</i>
		<i>Покупные изделия</i>		
1	<i>R2</i>	<i>Резистор</i>	1	
2	<i>C6</i>	<i>Конденсатор</i>	1	
3	<i>VI</i>	<i>Транзистор</i>	1	
4		<i>Фонарь сигн. лампы</i>	1	
		<i>Вновь разрабатываемые изделия</i>		
5		<i>Лицевая панель</i>	1	<i>Дюралюм. толщ. 4,0 о</i>
6		<i>Ручка</i>	2	<i>Сталь Фб,0</i>
7		<i>Направляющая</i>	4	<i>Дюралюм. толщ. 1;0</i>

Рис. 6.10. Заполнение таблицы

6.6. Правила выполнения сборочных чертежей

Сборочным называется чертеж, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные для ее сборки (изготовления) и контроля. По

сборочным чертежам можно представить взаимосвязь и способы соединения деталей. Предназначаются эти чертежи для серийного или массового производств. Пример сборочного чертежа приведен на рис. 6.11, спецификации к нему – на рис. 6.12.

По ГОСТ 2.109 - 73* (СТ СЭВ 858 - 78, СТ СЭВ 1182 - 78, СТ СЭВ 4769 - 84, СТ СЭВ 5045 — 85) сборочный чертеж должен содержать:

а) изображение сборочной единицы, дающее представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу, и обеспечивающее возможность осуществления сборки и контроля сборочной единицы. На сборочных чертежах допускается помещать дополнительные схематические изображения соединения и расположения составных частей изделия;

б) размеры с предельными отклонениями и другие параметры и требования, которые должны быть выполнены или проконтролированы по данному сборочному чертежу. Допускается в качестве справочных указывать размеры деталей и предельные отклонения, определяющие характер их сопряжения;

в) указания о характере сопряжения разъемных частей изделия и методах его осуществления, если точность сопряжения обеспечивается не заданными предельными отклонениями размеров, а подбором, пригонкой и т. п. На чертеже могут быть приведены указания о способе соединения неразъемных частей;

г) номера позиций составных частей, входящих в изделие;

д) габаритные размеры изделия;

е) установочные, присоединительные и другие необходимые справочные размеры;

ж) техническую характеристику изделия (при необходимости);

з) координаты центра масс (при необходимости).

Данные, указанные в пунктах ж и з, на сборочном чертеже не помещают, если они указаны в других конструкторских документах на данное изделие, например, на габаритном чертеже, в технических условиях и др.

Габаритные размеры допускается не указывать на чертежах сборочных единиц, не являющихся предметом самостоятельной поставки.

Полнота изображения изделия на сборочном чертеже определяется наличием необходимых видов, разрезов, сечений и выносных элементов. При определении необходимого числа видов исходят из сложности изделия. Число видов должно быть минимальным, но достаточным для

полного представления об устройстве изделия. С целью сокращения числа основных видов рекомендуется применять местные и дополнительные виды.

Сборочные чертежи в большинстве случаев выполняют с разрезами, позволяющими выявить характер соединения деталей. Применяют разрезы простые и сложные, полные и местные. Если изображаемое изделие проецируется в форме симметричной фигуры, рекомендуется в одном изображении соединять половину вида с половиной разреза или часть вида и часть разреза.

При выполнении сборочных чертежей во многих случаях в разрезы попадают сплошные детали типа валов, болтов, шпонок, шпилек, шариков и др., которые соприкасаются с другими частями изделия. При сечении в продольном направлении подобные детали условно показывают нерассеченными и не штрихуют.

Перемещающиеся части изделия на чертеже изображают, как правило, в рабочем положении. Допускается изображать их также в крайнем или промежуточном положении, применяя для этого тонкую штрихпунктирную линию с двумя точками. На чертеже наносят соответствующие размеры, характеризующие различные положения перемещающихся частей (рис. 6.11). Если при изображении перемещающихся частей затрудняется чтение чертежа, то эти части допускается изображать на дополнительных видах с соответствующими надписями, например: *«Крайнее положение суппорта поз.3»*.

На сборочных чертежах изделия допускается изображать смежные, пограничные изделия («обстановка») и размеры, определяющие взаимное расположение изделия и «обстановки». Предметы «обстановки» выполняют упрощенно сплошной тонкой линией и приводят необходимые данные для определения места установки, методов крепления и присоединения изделия. В разрезах и сечениях «обстановку» допускается не штриховать. Составные части изделия, расположенные за «обстановкой», изображают как видимые, т. е. сплошной линией. При необходимости допускается изображать их как невидимые.

Если необходимо на сборочном чертеже указать наименования или обозначения изделий, составляющих «обстановку», или их элементов, то эти указания помещают непосредственно на изображении «обстановки» или на полке линии-выноски, проведенной от соответствующего изображения, например: *«Станок закаточный (обозначение)»; «Патрубок водоотделителя (обозначение)»* и т. п.

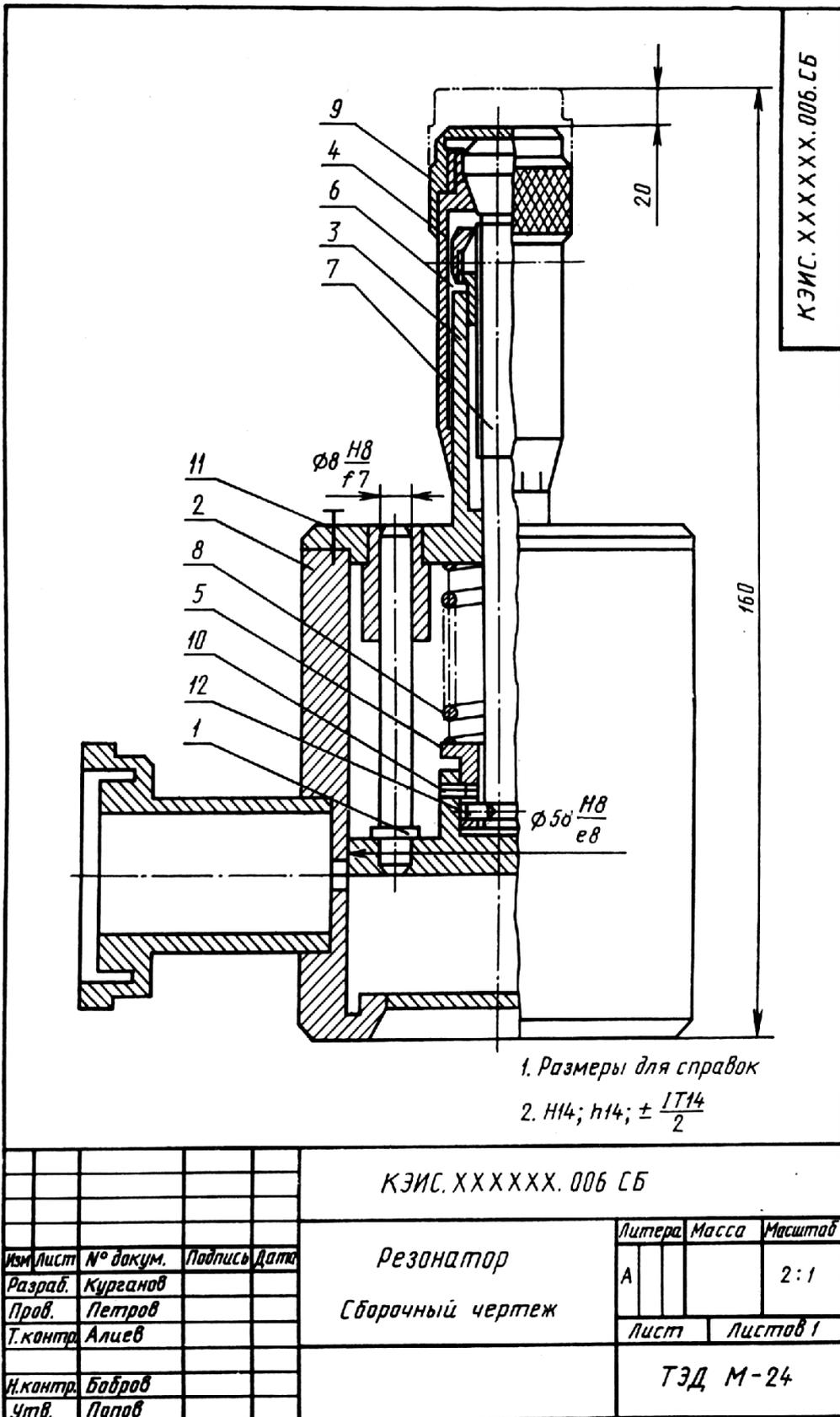


Рис. 6.11. Пример выполнения сборочного чертежа резонатора

6.7. Спецификация

В соответствии с ГОСТ 2.108 - 68* (СТ СЭВ 2516 - 80) спецификация – документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса и комплекта, является обязательным основным документом.

Составляют спецификацию на каждую сборочную единицу, комплекс и комплект на отдельных листах формата А4 по формам 1 и 1а. Спецификация определяет состав изделия и необходима для его изготовления, комплектования конструкторских документов и планирования запуска в производство.

В спецификацию вносят составные части, которые входят в специфицируемое изделие, и конструкторские документы, относящиеся к этому изделию и к его составным частям, не входящим в данную спецификацию (рис. 6.12).

В общем случае спецификация состоит из разделов, которые располагают в такой последовательности: 1) документация; 2) комплексы; 3) сборочные единицы; 4) детали; 5) стандартные изделия; 6) прочие изделия; 7) материалы; 8) комплекты.

Наличие тех или иных разделов определяется составом специфицируемого изделия. Наименование каждого раздела указывают в виде заголовка в графе «Наименование» и подчеркивают.

Рассмотрим содержание и порядок заполнения каждого раздела. В раздел «Документация» вносят документы, которые составляют основной комплект конструкторских документов специфицируемого изделия, кроме его спецификации, ведомости эксплуатационных документов и ведомости документов для ремонта, а также документы основного комплекта записываемых в спецификацию неспецифицируемых составных частей (деталей), кроме их рабочих чертежей.

Внутри раздела документы записывают в такой последовательности: 1) документы на специфицируемое изделие; 2) документы на неспецифицируемые составные части. Порядок записи документов в пределах обозначения изделия соответствует последовательности, в которой они перечислены в ГОСТ 2.102 - 68* (см. табл. 2).

В разделы «Комплексы», «Сборочные единицы» и «Детали» вносят комплексы, сборочные единицы и детали, непосредственно входящие в специфицируемое изделие. Указанные изделия рекомендуется записывать в алфавитном порядке сочетания букв кодов организаций-разработчиков или кодов, выделенных для централизованного присвоения обозначений;

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				<u>Документация</u>		
A2			КЭИС. XXXXXX.005 В0	Чертеж общего вида		
A1			КЭИС. XXXXXX.006 СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Сборочные единицы</u>		
A4	1		КЭИС. XXXXXX.003	Поршень	1	
A3	2		КЭИС. XXXXXX.001 СБ	Корпус	1	
A4	3		КЭИС. XXXXXX.015	Крышка	1	
				<u>Детали</u>		
A4	4		КЭИС. XXXXXX.003	Лимб	1	
A4	5		КЭИС. XXXXXX.002	Втулка	1	
A4	6		КЭИС. XXXXXX.008	Гайка накидная	1	
A4	7		КЭИС. XXXXXX.001	Микровинт	1	
A4	8		КЭИС. XXXXXX.033	Пружина	1	
A4	9		КЭИС. XXXXXX.006	Гайка	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		10		Винт М2×6ГОСТ1476-75	2	
		11		Винт М3×12ГОСТ1491-80	6	
		12		Штифт φ12 L=5ГОСТ3128-80	1	
				<u>Материалы</u>		
				Проволока 50ХМ-3		
				ЧМТУ 5559-56 φ2	50г	
КЭИС. XXXXXX.005						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
Разраб.	Иванов				Литера	Лист
Пров.	Аненков				А	1
Т.контр.	Семенов				ТЭД М21	
Н.контр.	Попов					
Утв.	Ливанов					
Резонатор						

Рис. 6.12. Пример оформления спецификации на резонатор

в пределах этих кодов – в порядке возрастания классификационной характеристики; при одинаковой классификационной характеристике – по возрастанию порядкового регистрационного номера.

При наличии в индексах записываемых изделий цифры запись рекомендуется производить в такой последовательности:

а) сочетание типа АБВ2 – в алфавитном порядке букв, а в пределах каждого сочетания – в порядке возрастания цифры;

б) сочетание типа АБ2В – в алфавитном порядке двух первых букв и далее в пределах каждого сочетания этих букв в порядке возрастания цифры, а в пределах каждой цифры – в алфавитном порядке последней буквы;

в) сочетание типа А2БВ – в алфавитном порядке первой буквы и далее в пределах этой буквы в порядке возрастания цифры, а в пределах каждой цифры – в алфавитном порядке последующих букв;

г) сочетание типа 2АБВ – в порядке возрастания первой цифры индекса, а в пределах этой цифры – в алфавитном порядке букв.

В разделе «Стандартные изделия» записывают изделия, примененные: 1) по государственным стандартам; 2) отраслевым стандартам; 3) стандартам предприятий (для изделия вспомогательного производства).

В пределах каждой категории стандартов запись производят по группам изделий, объединенных по их функциональному назначению (например, подшипники, крепежные изделия, электрические изделия и т. п.); в пределах каждой группы – в алфавитном порядке наименований изделий; в пределах каждого наименования – в порядке возрастания обозначений стандартов, а в пределах каждого обозначения стандарта – в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия.

Например, группу «Крепежные детали» записывают в таком порядке: болты, винты, гайки, шайбы, шпильки, а в пределах каждого наименования – по возрастанию номеров стандартов; в пределах каждого номера стандарта – по возрастанию параметров изделия, т. е. их диаметров и т. п.

В раздел «Прочие изделия» вносят изделия, примененные не по основным конструкторским документам (по техническим условиям, каталогам, прейскурантам и т. п.), за исключением стандартных изделий. Изделия записывают по однородным группам; в пределах каждой группы – в алфавитном порядке наименований изделий, а в пределах каждого наименования – в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия.

В раздел «Материалы» вносят все материалы, непосредственно входящие в специфицируемое изделие.

Материалы записывают по видам в такой последовательности: 1) металлы черные; 2) металлы магнитоэлектрические и ферромагнитные; 3) металлы цветные, благородные и редкие; 4) кабели, провода и шнуры; 5) пластмассы и пресс-материалы; 6) бумажные и текстильные материалы; 7) лесоматериалы; 8) резиновые и кожевенные материалы; 9) минеральные, керамические и стеклянные материалы; 10) лаки, краски, нефтепродукты и химикаты; 11) прочие материалы.

В раздел «Материалы» не записывают те материалы, необходимое количество которых не может быть определено конструктором по размерам изделия, а назначается технологом. К таким материалам относятся, например, краски, лаки, клей, смазки, замазки, припои, электроды. Указание о необходимости применения этих материалов дается в технических требованиях на поле чертежа.

В пределах каждого вида материалы записывают в алфавитном порядке наименований, а в пределах каждого наименования – по возрастанию размеров или других технических параметров.

В раздел «Комплекты» вносят ведомость эксплуатационных документов, ведомость документов для ремонта и применяемые по конструкторским документам комплекты, которые непосредственно входят в специфицируемое изделие, а также упаковку, предназначенную для изделия, и записывают их в такой последовательности: 1) ведомость эксплуатационных документов; 2) ведомость документов для ремонта; 3) комплект монтажных частей; 4) комплект сменных частей; 5) комплект запасных частей; 6) комплект инструмента и принадлежностей; 7) комплект укладочных средств; 8) прочие комплекты (за присвоенными им наименованиями); 9) упаковка.

Если комплектов одного и того же наименования несколько, то их записывают (в пределах одного наименования) в порядке возрастания обозначений.

Если в состав комплекта входит не более трех наименований, то отдельную спецификацию комплекта можно не составлять, а изделия, входящие в комплект, должны быть записаны непосредственно в спецификацию соответствующего изделия в разделе «Комплекты». При этом наименование комплекта, к которому относятся вносимые в спецификацию изделия, записывают в графу «Наименование» в виде заголовка и не подчеркивают.

Спецификацию комплекта монтажных частей составляют на комплект монтажных изделий и материалов, предназначенных для связи составных частей комплекса между собой и монтажа комплекса или сборочной единицы на месте эксплуатации.

В спецификацию комплекта сменных частей вносят изделия, предусматриваемые для переналадки изделия в эксплуатации (например, сменные зубчатые колеса, объективы, шунты к амперметру и т. п.).

В спецификацию комплекта запасных частей вносят изделия и материалы, необходимые для замены пришедших в негодность соответствующих составных частей изделия при эксплуатации.

В спецификацию комплекта инструмента и принадлежностей вносят инструмент, принадлежности, приспособления и материалы, используемые при эксплуатации изделия. Записывают по разделам в следующей последовательности: 1) инструмент; 2) принадлежности; 3) приспособления; 4) материалы.

В спецификацию комплекта укладочных средств вносят изделия (шкафы, ящики, сумки, чехлы, футляры, папки, переплеты), которые предназначаются для использования при эксплуатации изделия.

В спецификацию упаковки вносят изделия и материалы, необходимые для упаковывания изделия.

Если комплекты поставляют отдельно от изделия, для которого они предназначены, то в спецификацию изделия их не записывают. В конце спецификации изделия при необходимости в виде примечания допускается приводить обозначения соответствующих спецификаций, по которым поставляют комплекты, предназначенные для эксплуатации и ремонта соответствующего числа экземпляров (группы) данного изделия.

Графы спецификации заполняют следующим образом:

а) в графе «Формат» указывают размеры форматов по ГОСТ 2.301 - 68* (СТ СЭВ 1181 - 78), на которых выполнены чертежи деталей или иные конструкторские документы, обозначение которых записывают в графе «Обозначение». Если документ выполнен на нескольких листах различных форматов, то в графе проставляют «звездочку», а в графе «Примечание» перечисляют все форматы в порядке их увеличения. Эту графу не заполняют для документов, записанных в разделах «Стандартные изделия», «Прочие изделия» и «Материалы». Для деталей, на которые не выпущены чертежи, в графе указывают: БЧ.

Для документов, которые изданы типографским, литографским и

подобными способами, на форматах, предусмотренных соответствующими государственными стандартами для типографских изданий, в графе ставят прочерк;

б) в графе «Зона» указывают обозначение зоны, в которой находится номер позиции записываемой составной части изделия. Графу заполняют в том случае, если чертеж разделен на зоны.

Если имеются повторяющиеся номера позиций, то в спецификации в графе «Зона» проставляют «звездочку», а в графе «Примечание» указывают все зоны;

в) в графе «Поз.» указывают порядковые номера составных частей, непосредственно входящих в специфицируемое изделие, в той последовательности, в которой они записаны в спецификации. Для разделов «Документация» и «Комплекты» графу не заполняют;

г) в графе «Обозначение» указывают:

в разделе «Документация» – обозначение записываемых документов;

в разделах «Комплексы», «Сборочные единицы», «Детали» и «Комплекты» – обозначения основных конструкторских документов на записываемые в эти разделы изделия. Для деталей, на которые не выпущены чертежи, – присвоенное им обозначение.

В разделах «Стандартные изделия», «Прочие изделия» и «Материалы» графу не заполняют. Если для изготовления стандартного изделия выпущена конструкторская документация, в графе «Обозначение» указывают обозначение выпущенного конструкторского документа;

д) в графе «Наименование» указывают:

в разделе «Документация» для документов, входящих в основной комплект документов специфицируемого изделия и составляемых на данное изделие, – только наименование документов, например: «*Сборочный чертеж*», «*Габаритный чертеж*», «*Технические условия*». Для документов на неспецифицированные составные части – наименование изделия и наименование документа, например: «*Станки токарные настольные. Инструкция по упаковке*»; в разделах спецификации «Комплексы», «Сборочные единицы», «Детали», «Комплекты» – наименования изделий в соответствии с основной надписью на основных конструкторских документах этих изделий. Для деталей, на которые не выпущены чертежи, указывают наименование и материал, а также размеры, необходимые для изготовления;

в разделе «Стандартные изделия» – наименования и обозначения

изделий в соответствии со стандартами на эти изделия;

в разделе «Прочие изделия» – наименования и условные обозначения изделий в соответствии с документами на их поставку с указанием обозначений этих документов.

В том случае, когда изделие применено по документу, содержащему ссылку на другой (общий) документ (например на общие технические условия), в графе записывают только обозначение первого документа (общий документ не указывают);

в разделе «Материалы» – обозначения материалов, установленные в стандартах или технических условиях на эти материалы.

При записи ряда изделий и материалов, которые отличаются размерами и другими данными, но применяются по одному и тому же документу (и записываются в спецификацию вслед за обозначением этого документа), допускается общую часть наименования этих изделий или материалов с обозначением указанного документа записывать на каждом листе спецификации один раз в виде общего наименования (заголовка). Для каждого из указанных изделий и материалов под общим наименованием записывают только их параметры и размеры.

Указанным упрощением не допускается пользоваться в том случае, если основные параметры или размеры изделия обозначают только одним числом или буквой. Для подобных случаев запись осуществляют следующим образом:

Шайбы ГОСТ 18123 — 82 Шайба 8

Шайба 4 и т. д.;

е) в графе «Кол.» указывают для составных частей изделия, записываемых в спецификацию, количество их на одно специфицируемое изделие.

В разделе «Материалы» – общее количество материалов на одно специфицируемое изделие с указанием единиц измерения.

Единицы измерения допускается записывать в графе «Примечание» в непосредственной близости от графы «Кол.».

В разделе «Документация» графу не заполняют;

ж) в графе «Примечание» указывают дополнительные сведения для планирования и организации производства, а также другие сведения, относящиеся к записанным в спецификацию изделиям, материалам и документам, например, для деталей, на которые не выпущены чертежи, – массу.

Для документов, выпущенных на двух и более листах различных форматов, указывают обозначение форматов, перед перечислением которых проставляют «звездочку», например: *А4, А3.

После каждого раздела спецификации оставляют несколько свободных строк для дополнительных записей (в зависимости от стадии разработки, объема записей и т. п.). Допускается резервировать и номера позиций, которые проставляют в спецификацию при заполнении резервных строк.

Допускается совмещение спецификации со сборочным чертежом при условии их размещения на листе формата А4 (ГОСТ 2.301 - 68*). При этом спецификацию располагают над основной надписью и заполняют в том же порядке и по той же форме, что и спецификацию, выполненную на отдельных листах. Для изделий вспомогательного производства и единичного производства разового изготовления допускается совмещение спецификации со сборочным чертежом на листах любого формата, установленного ГОСТ 2.301 - 68*. Правила выполнения и обращения таких совмещенных документов устанавливают в отраслевых стандартах. Совмещенному документу присваивается обозначение основного конструкторского документа. Основную надпись выполняют по ГОСТ 2.104 - 68* (форма 1).

7. ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Конструкторская документация на печатные платы и блоки оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ 2.109-73, ГОСТ 2.417-68 и действующими нормативно-техническими документами. Чертеж односторонней или двусторонней печатной платы классифицируется как чертеж детали. Чертеж печатной платы должен содержать все сведения, необходимые для ее изготовления и контроля: изображение печатной платы со стороны печатного монтажа; размеры, предельные отклонения и шероховатость поверхностей печатной платы и всех ее элементов (отверстий, проводников), а также размеры расстояний между ними; необходимые технические требования; сведения о материале.

Размеры каждой стороны печатной платы должны быть кратными 2,5 при длине до 100 мм, 5 при длине до 350 мм, 20 при длине более 350 мм. Максимальный размер любой из сторон печатной платы не должен превышать 470 мм. Соотношение линейных размеров сторон печатной платы должно быть не более 3 : 1 и выбирается из ряда 1:1; 1:2; 2:3; 2:5. Толщину плат определяют исходя из механических требований, предъявляемых к конструкции печатного блока, с учетом метода изготовления. Рекомендуются платы толщиной 0,8; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 мм. Чертежи печатных плат выполняют в натуральную величину или с увеличением 2:1, 4:1, 5:1, 10:1.

Разработку чертежа печатной платы начинают с нанесения координатной сетки. За основной шаг прямоугольной координатной сетки по ГОСТ 10317-79 принимается 2,5 мм. Для малогабаритной аппаратуры и в технически обоснованных случаях допускается применять дополнительные шаги 1,25 и 0,5 мм.

Центры всех отверстий на печатной плате должны располагаться в узлах координатной сетки. Если из-за конструктивных особенностей навесного элемента этого сделать нельзя, то центры отверстий располагают согласно указаниям чертежа на этот элемент. Такое расположение центров отверстий используют для ламповых панелей, малогабаритных реле, разъемов и других элементов. При этом должны соблюдаться следующие требования: центр одного из отверстий, принятого за основное, должен быть расположен в узле координатной сетки; центры остальных отверстий нужно по возможности располагать на вертикальных или горизонтальных линиях координатной сетки. На рис. 7.1 показано расположение отверстий на печатной плате.

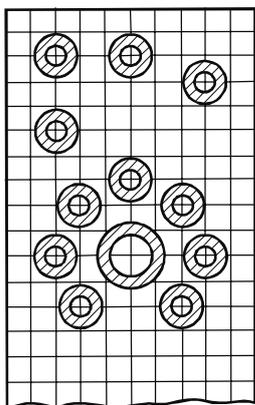


Рис. 7.1. Изображение отверстий

Диаметры монтажных и переходных металлизированных и неметаллизированных отверстий выбирают из ряда (0,2); 0,4; (0,5); 0,6; (0,7); 0,8; (0,9); 1,0; (1,2); 1,3; 1,5; 1,8; 2,0; 2,2; (2,4); (2,6); (2,8); (3,0). Диаметры, не взятые в скобки, являются предпочтительными. Не рекомендуется на одной печатной плате иметь более трех различных диаметров отверстий. Диаметры металлизированных отверстий выбирают в зависимости от диаметров выводов навесных элементов и толщины платы, а диаметры неметаллизированных отверстий – в зависимости от диаметров выводов навесных элементов, устанавливаемых в эти отверстия. Необходимость зенковки

монтажных и переходных отверстий диктуется конкретными конструктивными требованиями и методом изготовления платы.

Для упрощения графики платы отверстия показывают окружностями одинакового диаметра с обозначением по табл. 4.2 (по ОСТ 27-72-694-834). При выполнении отверстий таким способом на поле чертежа помещают таблицу отверстий (см. таблицу). Размеры граф и форма таблицы ГОСТом не устанавливаются.

Таблица параметров отверстий

Обозначение	Диаметр, мм	Диаметр зенковки, мм	Наличие металлизации	Количество
	0,6 ⁺¹	1,1 ^{+0,2} × 100°	есть	28
	0,8 ⁺¹	1,1 ^{+0,2} × 100°	есть	35
	1,5 ^{+0,12}	2,0 ^{+0,2} × 100°	есть	18
	2,7 ^{+0,1}		нет	4
	3,6 ^{+0,3}		нет	2

Все монтажные отверстия должны иметь контактные площадки. Форма контактной площадки может быть произвольной, круглой,

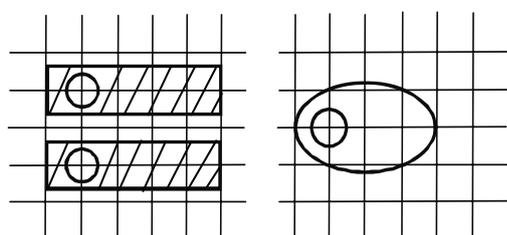


Рис. 7.2. Изображение контактных площадок

прямоугольной или близкой к ним. Центр контактной площадки симметричной формы должен совпадать с центром монтажного отверстия, для контактных площадок прямоугольной и овальной форм центр монтажного отверстия может быть смещен (рис. 7.2).

Круглые контактные площадки и отверстия с зенковкой изображают одной окружностью, диаметр которой должен соответствовать минимальному размеру контактной площадки. Размер диаметра контактных площадок следует указывать в технических требованиях чертежа. При наличии на плате контактных площадок, не оговоренных размерами или по форме отличных от круглых, допускается все контактные площадки изображать окружностью, равной диаметру отверстия. Форму и размеры следует задавать записью в технических требованиях «Форма контактных площадок произвольная, $b_{\min} = \dots$ мм.

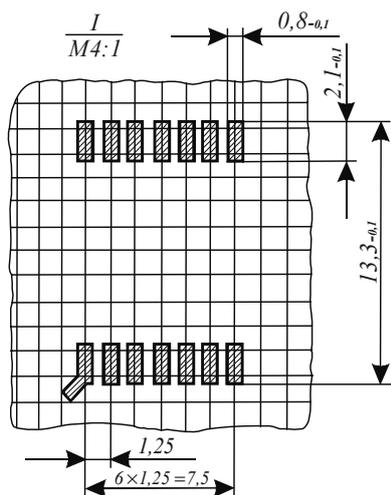


Рис. 7.3. Изображение контактной группы

Для простановки размеров групповых контактных площадок рекомендуется вынести изображение контактной группы в увеличенном масштабе с простановкой необходимых размеров на доле чертежа (рис. 7.3).

При задании размеров нанесением координатной сетки линии сетки должны нумероваться. Шаг нумерации определяют конструктивно с учетом насыщенности и масштаба изображения. Координатную сетку в зависимости от способа выполнения документации наносят на все поле платы (см. рис. 7.1, 7.3) или рисками по периметру платы (рис. 7.4). Допускается наносить не

все линии координатной сетки, при этом на поле чертежа помещают запись типа «Линии координатной сетки нанесены через одну». За нуль в прямоугольной системе координат на главном виде платы принимают центр крайнего левого нижнего отверстия, левый нижний угол платы, левую нижнюю точку, образованную построениями, например продолжением линии контура платы, углы которого срезаны.

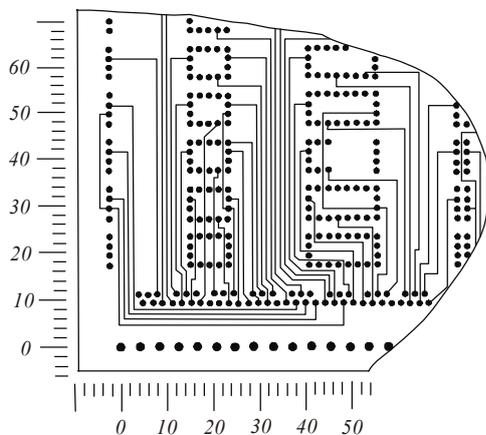


Рис. 7.4. Вариант нанесения координатной сетки

Пример выполнения чертежа печатной платы с указанием размеров в таблице координат приведен на рис. 7.5. Размеры диаметров отверстий указаны на чертеже, относительное расположение отверстий – в таблице координат; все отверстия обозначены арабскими цифрами согласно ГОСТ 2.307-68.

На чертеже печатной платы указывают габаритные размеры платы, ширину проводников, имеющих строго определенную или переменную ширину (при этом расчетную ширину следует указывать на каждом участке между двумя соседними контактными площадками, переходными или монтажными отверстиями); диаметры и координаты крепежных, технологических и других отверстий, не связанных с печатным монтажом.

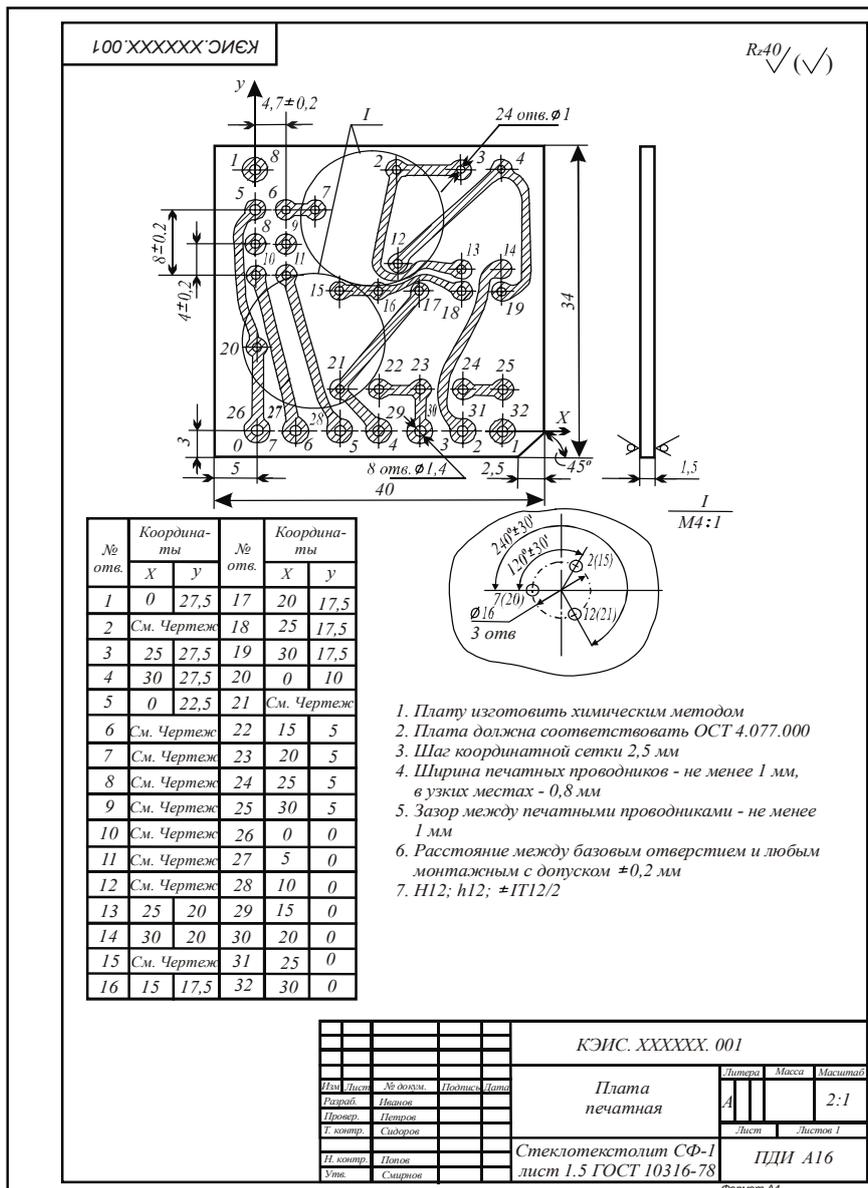


Рис. 7.5. Чертеж печатной платы с проводниками произвольной формы

На поле чертежа указывают метод изготовления платы, технические условия (если не все данные содержатся на чертеже), шаг координатной сетки, ширину проводников и расстояния между ними, расстояния между контактными площадками, между контактной площадкой и проводником, допуски на выполнение проводников, контактных площадок, отверстий и расстояний между ними, особенности конструкции, технологии и другие параметры печатных плат.

Технические требования располагают над основной надписью, формулируют и излагают в следующей последовательности:

1. Плату изготовить методом.

2. Плата должна соответствовать (ГОСТ, ОСТ).
 3. Шаг координатной сетки ...мм.
 4. Конфигурацию проводников выдерживать по координатной сетке с отклонением от чертежа ... мм.
 5. Допускается округление углов контактных площадок и проводников.
 6. Места, обведенные штрихпунктирной линией, проводниками не занимать.
- Пример оформления чертежа печатной платы показан на рис. 7.6.

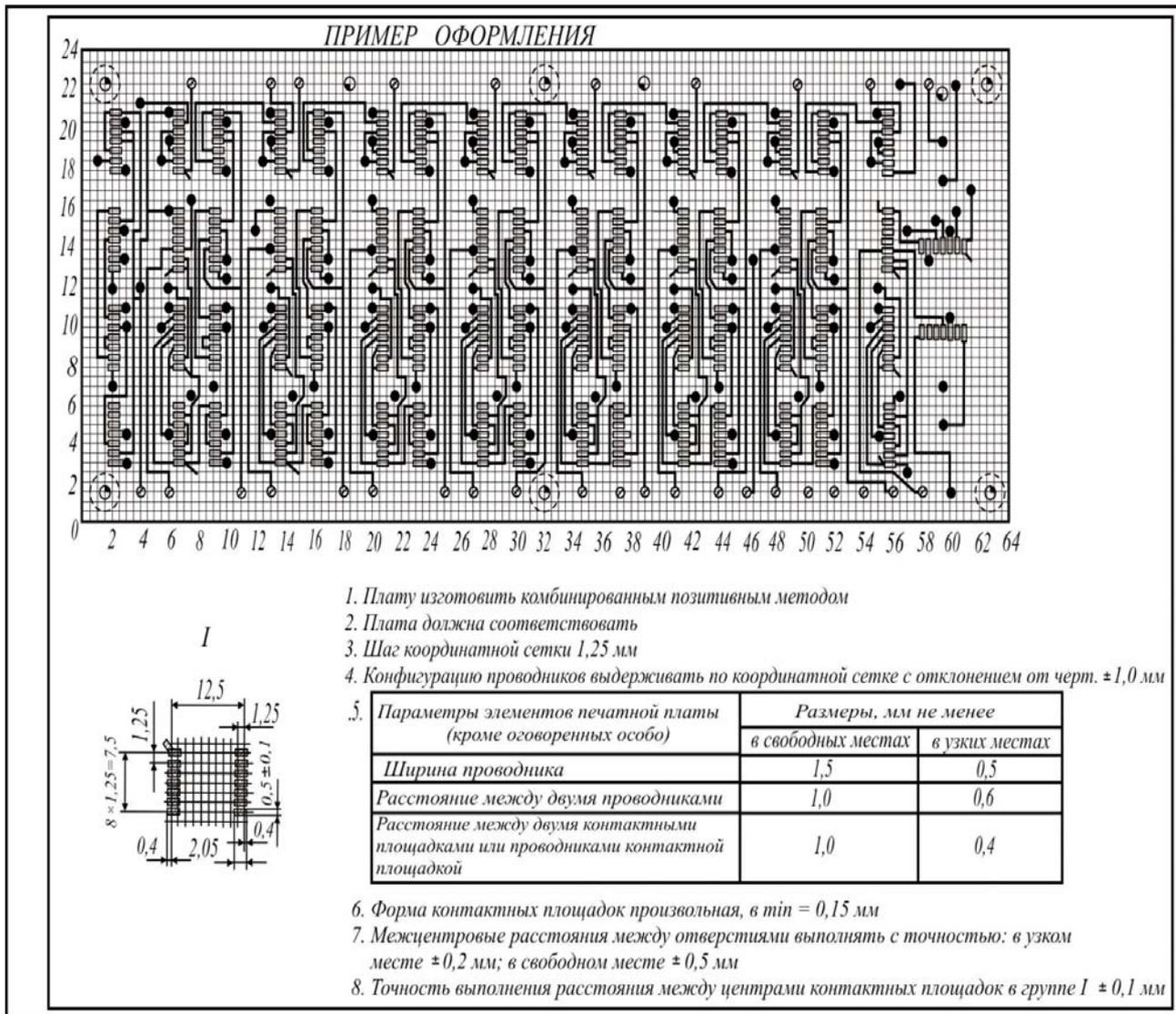


Рис. 7.6. Чертеж печатной платы под микросхемы с планарными выводами (см. также с. 60)

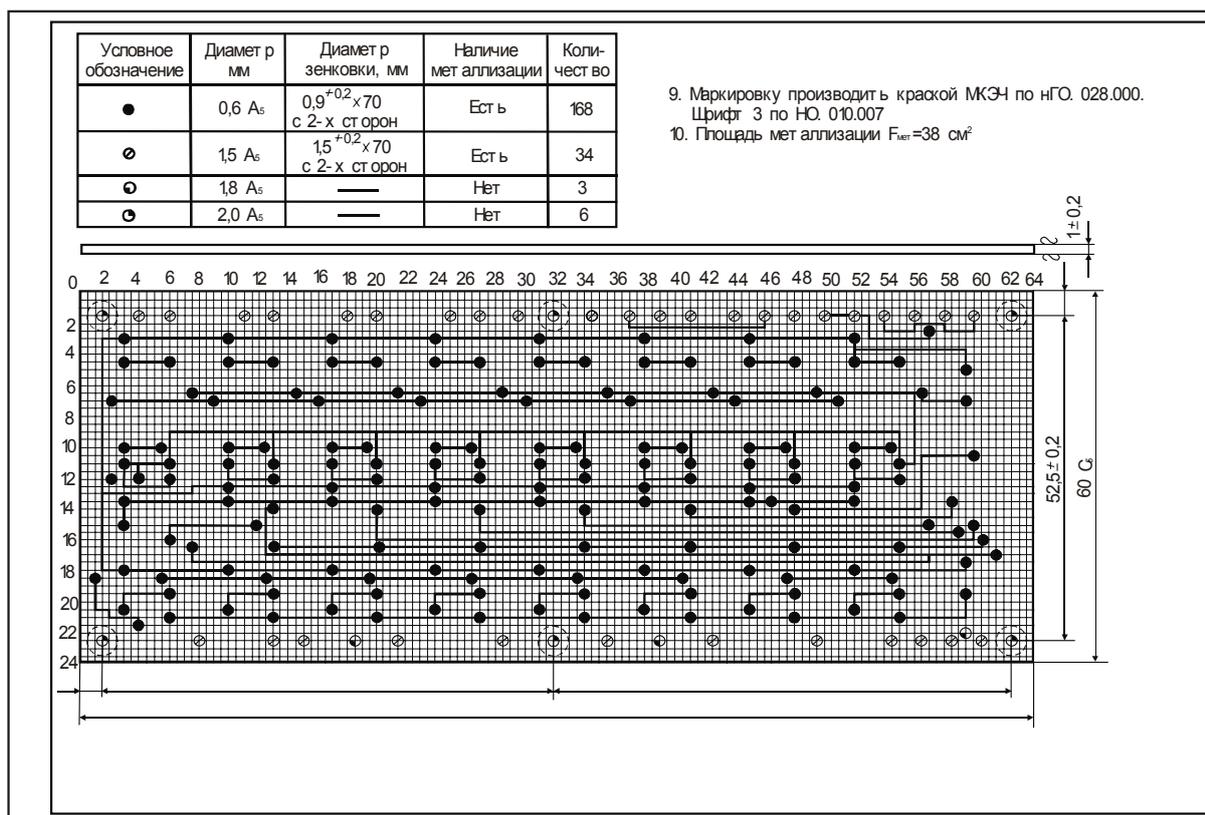


Рис. 7.6 (окончание)

8. ОФОРМЛЕНИЕ СБОРОЧНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Сборочные чертежи печатных плат оформляются по требованиям, изложенным в пп. 6.6 - 6.7. Спецификой является возможность в ряде случаев замены номеров позиций электрорадиоэлементов на позиционные обозначения, соответствующие принципиальной электрической схеме. При этом нумерация позиций в спецификации сохраняется, но на чертеж не наносится. В технических требованиях в этом случае указывается: «позиционные обозначения элементов соответствуют схеме электрической принципиальной ВЛГУ. XXXXXX.001 ЭЗ, показаны условно». Позиционные обозначения элементов, не присутствующих на схеме, например платы, элементов крепежа и т.д., проставляются как обычно на сборочных чертежах.

В типовых технических требованиях на чертеже должны быть упомянуты следующие пункты:

1. * Размер для справок.
2. Вариант установки навесных элементов.
3. Тип используемого припоя.
4. Высота паяных соединений со стороны проводников.
5. Покрытие платы.
6. Указания о позиционных обозначениях элементов.

В заключение можно отметить, что предлагаемые методические указания по дипломному проектированию написаны на основе многолетнего общения авторов со студентами специальностей радиотехнического профиля и имеют цель облегчить самостоятельную работу дипломников над квалификационной работой. Естественно, что в кратком пособии невозможно учесть все возможные направления развития современной радиотехники и связанных с этим вопросов проектирования новых систем, но авторы надеются, что методические указания помогут избежать наиболее распространенных ошибок при выполнении выпускной работы.

РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Стандарт предприятия СТП 71.3-04. Дипломное проектирование (Обозначение в документах выпускных квалификационных работ) / Владим. гос. ун-т. - Введ. 02.09.04.- Владимир, 2004. - 12 с.

2. Александров, К. К. Электротехнические чертежи и схемы / К. К. Александров, Е. Г. Кузьмина. - М. : Энергоатомиздат, 1990. - 288 с. - ISBN 5-283-00618-2.

3. Сапаров, В. Б. Системы стандартов в электросвязи и радиоэлектронике : учеб. пособие для электротехн. ин-тов связи / В. Б. Сапаров, Н. А. Максимов. - М. : Радио и связь, 1985. - 284 с.

4. Ганенко, А. П. Оформление текстовых и графических материалов при подготовке дипломных проектов, курсовых и письменных экзаменационных работ (требования ЕСКД): учеб. пособие для средн. проф. образования. / А. П. Ганенко, М. И. Лапсарь. - 2-е изд., перераб. - М.: ПрофОбрИздат, 2003. - 336 с. - ISBN 5-7695-1569-4.

5. Усатенко, С. Т. Выполнение электрических схем по ЕСКД / С. Т. Усатенко, Т. К. Каченюк, М. В. Терехова. - 2-е изд., перераб. и доп.- М. : Изд-во стандартов, 1992. - 316 с. - ISBN 5-7050-0908-0.

6. Чекмарев, А.А. Справочник по машиностроительному черчению / А. А. Чекмарев, В. К. Осипов. - 2-е изд., перераб.- М. : Высш. шк.; Академия, 2001. - 493 с. - ISBN 5-06-003659-6.

7. Парфенов, Е.М. Проектирование конструкций радиоэлектронной аппаратуры: учеб. пособие для вузов / Е. М. Парфенов [и др.]. - М. : Радио и связь, 1989. - 272 с. - ISBN 5-256-00288-0.

8. ГОСТ 2.701-84. ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению. - Введ. 07.01.85. - М.: Изд-во стандартов, 2000. - 12 с.

9. ГОСТ 2.702-75. ЕСКД. Правила выполнения электрических схем. - Введ. 07-01.77. - М. : Госстандарт России ; Изд-во стандартов, 2001. - 20 с.

10. ГОСТ 2.708-81. ЕСКД. Правила выполнения электрических схем цифровой вычислительной техники. - Взамен ГОСТ 2.708-72 ; введ. 01.01.82. - М. : Госстандарт России ; Изд-во стандартов, 1986. - 16 с.

11. ГОСТ 19.701-90. ЕСКД. Схемы алгоритмов, программ данных и систем. - Взамен ГОСТ 19.002-80, ГОСТ 19.003-80; введ. 01.01.92. - М. : Госстандарт России ; Изд-во стандартов, 1991. - 26 с.

12. ГОСТ 2.721-74. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения. - Взамен ГОСТ 2.721-68, ГОСТ 2.783-69; введ. 07.01.75. - М. : Госстандарт России ; Изд-во стандартов, 1983. - 23 с.

13. ГОСТ 2.709-89, ГОСТ 2.710-81. ЕСКД. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах. - Введ. 07.01.81. - М. : Госстандарт России; Изд-во стандартов, 2000. - 10 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Цели и задачи дипломного проектирования.....	3
2. Организация дипломного проектирования и защита проекта.....	4
2.1. Тематика дипломных проектов (работ).....	4
2.2. Организация и процедура защиты ДП (ДР)	5
2.3. Работа над экономической частью ДП.....	8
2.4. Работа над разделом "Безопасность жизнедеятельности".....	10
3. Требования к теме и содержанию дипломного проекта (дипломной работы).....	11
4. Оформление проекта. Основные правила изложения и оформления текста расчетно-пояснительной записки дипломного проекта.....	15
4.1. Рубрикация пояснительной записки и составление оглавления.	16
4.2. Стиль изложения.....	16
4.3. Написание и нумерация формул.....	20
4.4. Таблицы и выводы.....	21
4.5. Ссылки на литературу.....	23
4.6. Указатель литературы.....	24
5. Требования к иллюстративно-графическому материалу.....	25
5.1. Нумерация, размещение рисунков в тексте и ссылки на них.....	25
5.2. Изготовление рисунков и текста к ним.....	26
5.3. Основные сведения о диаграммах.....	27
5.4. Экспериментальные диаграммы и осциллограммы.....	29
5.5. Построение логарифмических шкал.....	31
6. Основные виды чертежей дипломного проекта и правила их выполнения.....	32
6.1. Размещение чертежей на бумажном листе.....	32

6.2. Основные надписи.....	33
6.3. Выполнение чертежей принципиальных электрических схем ..	35
6.4. Перечень элементов принципиальной схемы.....	38
6.5. Содержание чертежа общего вида.....	39
6.6. Правила выполнения сборочных чертежей.....	42
6.7. Спецификация.....	46
7. Оформление чертежей печатных плат.....	53
8. Оформление сборочных чертежей печатных плат.....	59
Рекомендательный библиографический список.....	60

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ДИПЛОМНОМУ
ПРОЕКТИРОВАНИЮ ДЛЯ СТУДЕНТОВ
СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ 210301, 210302, 210405

Составители
АРХИПОВ Евгений Анатольевич
ТАРАРЫШКИНА Людмила Ивановна

Ответственный за выпуск – зав. кафедрой профессор О. Р. Никитин

Подписано в печать 04.09.08.
Формат 60x84/16. Усл. печ. л. 3,72. Тираж 100 экз.
Заказ
Издательство
Владимирского государственного университета.
600000, Владимир, ул. Горького, 87.